

**Aus dem Medizinhistorischen Institut
der Johannes Gutenberg-Universität Mainz
(Direktor: Prof. Dr. G. Mann)**

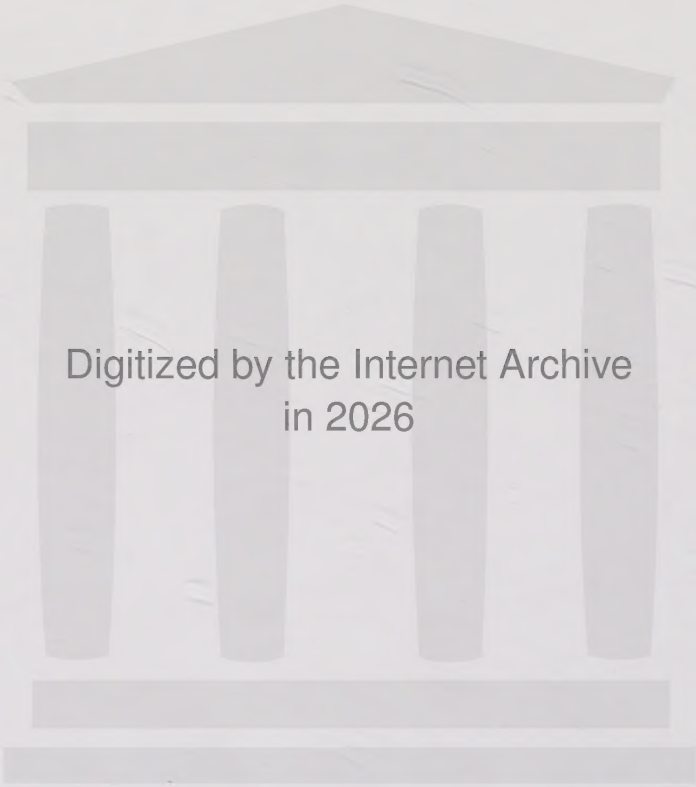
**Der Biologe, Anatom und Embryologe
Oscar Hertwig (1849 – 1922),
sein Leben und Werk**

**Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades der Medizin
der Johannes Gutenberg-Universität Mainz**

**dem Fachbereich Medizin vorgelegt
von**

**Monika Wewerka
aus Wiesbaden**

Mainz 1985



Digitized by the Internet Archive
in 2026

Aus dem Medizinhistorischen Institut
der Johannes Gutenberg-Universität Mainz
(Direktor: Prof. Dr. G. Mann)

Der Biologe, Anatom und Embryologe
Oscar Hertwig (1849-1922),
sein Leben und Werk

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades der Medizin
der Johannes Gutenberg-Universität Mainz

dem Fachbereich Medizin vorgelegt
von

Monika Wewerka
aus Wiesbaden

Mainz 1985

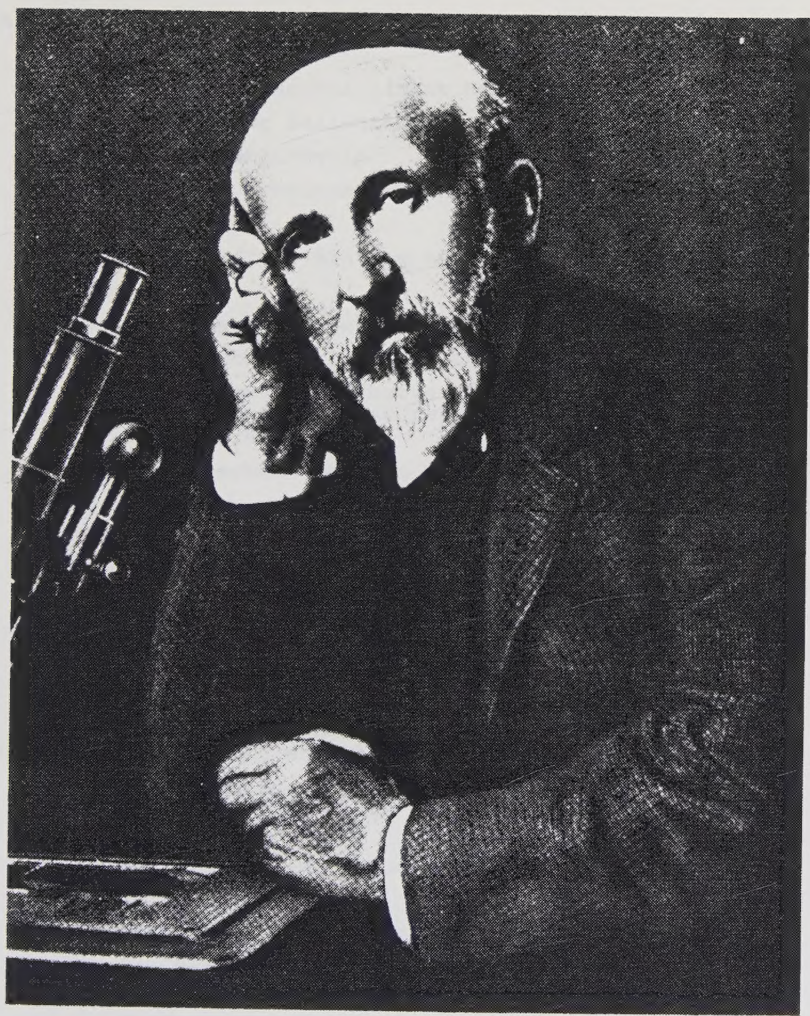
Dekan : Prof. Dr. med. J. Michaelis
1. Gutachter : Prof. Dr. med. G. Mann
2. Gutachter : Prof. Dr. phil. W.F. Kümmel

Tag der mündlichen Prüfung: 17. Dezember 1985

A faint, light blue background image of a person's profile, facing right, is visible behind the text.

In Dankbarkeit
meinen lieben Eltern

Alfred Hentrich



Oscar Hertwig.

Inhaltsverzeichnis

Seite

Einleitung	1
1. Kapitel: Naturwissenschaftlicher Hintergrund	4
I. Geschichte der Zellentheorie	5
II. Die Deszendenztheorie	9
III. Methodische Voraussetzungen	10
2. Kapitel: Persönlicher Hintergrund	12
I. Biographie	13
II. Oscar Hertwig als Lehrer und Forscher	16
1. Didaktische Fähigkeiten Oscar Hertwigs	16
2. Oscar Hertwigs Selbstverständnis von Wissenschaft und naturwissenschaftlichem Arbeiten	20
3. Methodisches Vorgehen bei Oscar Hertwig	23
4. Ist Oscar Hertwig Mechanist oder Vitalist?	33
3. Kapitel: Darstellung des Gesamtwerkes im Überblick	47
I. Vergleichend-anatomische Studien	48
1. Studien zur Entwicklung des Hautskeletts, der Zähne und der Knochen in der Wirbeltierreihe	48
2. Vergleichend-morphologische Untersuchungen zu einzelnen Tierstämmen und Tierklassen	49
II. Keimblätterstudien - Coelomtheorie	50
III. Lehr- und Handbücher	54
1. Lehrbücher der Embryologie	54
2. Die Zelle und die Gewebe - Allgemeine Biologie	58
3. Handbuch der Entwicklungslehre	68
4. Oscar Hertwigs Beitrag zur Lehre	73
IV. Philosophisch-volkswirtschaftliche Arbeiten	75
1. Beziehung: Biologie - Sozialwissenschaft	76
2. Darwinismusabwehr	80

	Seite
V. Allgemeine und experimentelle Zell- biologie und Entwicklungsgeschichte	85
1. Experimentelle Arbeiten	86
2. Theoretische Arbeiten - Streit- schriften	89
3. Morphologische Arbeiten: Entdeckungen und Erkenntnisse zum Komplex "Befruch- tung - Vererbung"	94
a) Stand der Forschung um 1870/75	94
b) Oscar Hertwigs Beurteilung der bio- logischen Forschung	95
c) Entdeckung des Befruchtungsge- schehens	97
d) Beziehung: Zellentheorie - Vererbung	102
e) Die Kernidioplasma-Theorie: Eine Theorie der Vererbung	105
 Zusammenfassung und Würdigung	 111
 Quellen	 115
 Literatur	 122
 Anhang 1: Abbildungen	 128
Anhang 2: Verzeichnis der Veröffentlichungen Oscar Hertwigs	132

Einleitung: Ziele, Methodik und Gliederung der Arbeit

Wenn man die Sekundärliteratur der Biologiegeschichte studiert, fällt auf, daß bedeutende Vertreter dieser Wissenschaft bis heute nicht angemessen gewürdigt worden sind. Große Teile ihres Werkes sind unbearbeitet und dadurch unbeachtet geblieben. Die Biologiegeschichte in Deutschland scheint auf vielen Gebieten bisher vernachlässigt worden zu sein. Dies trifft besonders auf die zweite Hälfte des 19. Jahrhunderts zu, d.h. auf eine Epoche, in der die Grundlagen für die moderne biologische Wissenschaft gelegt wurden. Auch hier begegnet man dem weitverbreiteten Phänomen, daß entweder sog. Genies unter den Wissenschaftlern (z.B. Leonardo da Vinci) oder Forscher, die zum ersten Mal ganz neue und damit zeitgenössische biologische Systeme in Frage stellende Ideen und Konzeptionen vorstellten, (wie beispielsweise Charles Darwin, Ernst Haeckel etc.) sich einer ausgesprochen eingehenden Bearbeitung erfreuen durften. "Forscher der zweiten Generation" hingegen, worunter jene verstanden werden, die die neuen Lehren vertieften, verbreiteten und sich mit ihnen in aller Gründlichkeit auseinandersetzten, wurden viel seltener Gegenstand wissenschaftlicher Publikationen und gerieten somit in Vergessenheit.

Dies gilt in besonderem Maße auch für Oscar Hertwig¹⁾,

-
- 1) Bisher sind zu Oscar Hertwig überhaupt nur eine kleine Biographie, die von einem seiner beiden Schüler, Richard Weissenberg, verfaßt wurde, und einige kurze Zeitschriftenartikel, äußerst knappe Lexikonartikel und vereinzelt Rezensionen, besonders zu den großen Alterswerken Hertwigs, in denen er sich mit dem Darwinismus auseinandersetzt, erschienen.

Eine einzige Arbeit befaßt sich inzwischen ausführlicher mit Oscar Hertwig. Es ist dies die 1982 in London erschienene Dissertation von Paul Weindling mit dem Titel "Cell Biology and Darwinism in Imperial Germany: The Contribution of Oscar Hertwig (1849-1922)."

Während die hier vorliegende Arbeit von den naturwissenschaftlichen Erkenntnissen ausgeht und darauf basierend die Leistungen des Biologen Oscar Hertwig darstellt, geht es Weindling in erster Linie um eine Analyse politisch-soziologischer Zusammenhänge, die er dann auf biologische Bereiche zur Interpretation zu übertragen versucht.

einen Forscher, der die biologische Wissenschaft nicht nur durch unzählige Versuche und Experimente auf den unterschiedlichsten Gebieten sowie theoretische Abhandlungen zu den großen Streitfragen jener Zeit bereichert, sondern durch bahnbrechende Entdeckungen gefördert hat. Da Oscar Hertwig und seinem umfangreichen Werk bisher kaum Beachtung geschenkt wurde, trägt die vorliegende Studie einen mehr einführenden und Überblickhaften Charakter, um als Grundlage für weitere, die Schwerpunkte in Hertwigs Werk vertiefende Arbeiten zu dienen. Gleichzeitig soll dem noch lückenhaften "Mosaikbild" der Biologiegeschichte ein "Steinchen" hinzugefügt werden.

Aus dem überaus umfangreichen Opus Oscar Hertwigs habe ich als maßgebliches Quellenbuch sein Hauptwerk ausgewählt, das Lehrbuch "Allgemeine Biologie"²⁾, das jahrzehntelang als führendes Unterrichtswerk angesehen wurde und sieben Auflagen in deutscher Sprache sowie eine russische erlebte. Um die in der "Allgemeinen Biologie" oft nur angerissenen und knapp zusammengefaßten Gedanken und Standpunkte Hertwigs zu vertiefen und zu verdeutlichen, wurden die entsprechenden experimentellen Arbeiten und theoretischen Schriften hinzugezogen.

Die vorliegende Arbeit ist in drei Kapitel gegliedert. Im ersten Kapitel wird die Entwicklung der biologischen Wissenschaft im 19. Jahrhundert skizziert. Einige Ausführungen zur Zellen- und Deszendenztheorie sowie zu den methodischen Voraussetzungen sollen einen Einblick vermitteln in den Stand der Forschung, von dem Hertwig auszugehen hatte.

Das zweite Kapitel ist der Person Oscar Hertwigs gewidmet. Nach einer Beschreibung seines Lebenswegs wird die Persönlichkeit Hertwigs als Lehrer und Forscher näher vorgestellt. Die Analyse befaßt sich mit seinen didaktischen Fähigkeiten, seinem Selbstverständnis von Wissenschaft und naturwissenschaftlichem Arbeiten, seinem methodischen Vorgehen und

2) Die erste Auflage erschien unter dem Titel "Die Zelle und die Gewebe". Bd. 1. Jena 1893. Bd. 2. Jena 1898. Ab der zweiten Auflage erhielt das Lehrbuch den Titel "Allgemeine Biologie" und wurde von da an in einem Band veröffentlicht.

versucht abschließend, Hertwig in philosophischer Hinsicht einzuordnen.

Im dritten Kapitel wird dann das Werk Oscar Hertwigs dargestellt. Die einzelnen Arbeiten werden dabei nicht in chronologischer Reihenfolge aufgeführt, sondern nach inhaltlichen Gesichtspunkten zusammengefaßt in vergleichend-anatomische Studien, Keimblätterstudien, Lehr- und Handbücher, philosophisch-volkswirtschaftliche Arbeiten und Veröffentlichungen zur Zellbiologie und Entwicklungsgeschichte.

Abschließend werde ich versuchen, die Leistungen Oscar Hertwigs zusammenzufassen und zu würdigen.

1. Kapitel: Naturwissenschaftlicher Hintergrund

Um den geschichtlichen und naturwissenschaftlichen Kontext zu verdeutlichen, in dem Oscar Hertwigs Forschungsarbeit steht, erscheint es unumgänglich, die Entwicklung der biologischen Wissenschaft ein wenig zu betrachten, wobei die bahnbrechenden Leistungen des 19. Jahrhunderts besonders berücksichtigt werden. Es soll dabei der Stand der biologischen Forschung um 1860/70 skizziert werden, d.h. die Ausgangsvoraussetzungen, die Oscar Hertwig zu Beginn seines wissenschaftlichen Arbeitens antrifft. Ferner wird zu zeigen sein, wie Hertwig selbst die aktuelle Situation der Forschung beurteilt, wodurch die Wahl seines ersten großen Arbeitsthemas, die bis dahin noch völlig ungeklärten Vorgänge bei der Befruchtung zu erforschen, entscheidend beeinflusst wurde.¹⁾ Es handelt sich dabei um ein Arbeitsgebiet, das ihn, vor allem im Hinblick auf die damit eng verbundene Vererbungsproblematik, zeitlebens beschäftigen, ja fesseln sollte.

Als herausragende Leistungen der biologischen Forschung im 19. Jahrhundert sind, abgesehen von den bedeutenden Fortschritten in methodischer Hinsicht, die Zellentheorie und die Deszendenztheorie zu nennen. Von ihnen gingen ohne Zweifel die stärksten Impulse für die Weiterentwicklung der Biologie aus. Sie zählen zu den unumstößlichen Grundlagen der biologischen Wissenschaft, auch aus heutiger Sicht.

Bei dem nun folgenden Überblick zur Geschichte der Zellentheorie werde ich nicht versuchen, diesen im großen und ganzen bekannten Stoff möglichst objektiv und vollständig darzustellen. Da von Oscar Hertwig zwei Zusammenfassungen von der Geschichte der Zellentheorie²⁾ vorliegen, erscheint es interessanter zu verdeutlichen, welche Stationen im Entwicklungsgang dieser Theorie Oscar Hertwig als

1) Vgl. Richard Weissenberg: Oscar Hertwig (1849-1922). Leipzig 1959, S. 19.

2) Vgl. Oscar Hertwig: Allgemeine Biologie. 2. Aufl. Jena 1906, S. 3-9; vgl. dazu ferner O. Hertwigs ausführlichere Abhandlung: Die Geschichte der Zellentheorie. In: Dtsch. Rdsch. 20 (1879), S. 417-429.

die wesentlichen ansieht, woran gleichzeitig grundsätzliche Anschauungen Hertwigs, z.B. über die Bedeutung des Zellkerns und von der Struktur des Elementarorganismus "Zelle", zum Ausdruck kommen.

I. Geschichte der Zellentheorie

Wenn auch bereits in der zweiten Hälfte des 17. Jahrhunderts Malpighi und Grew beim Studium der Pflanzenanatomie, ermöglicht durch die Entwicklung schwacher Vergrößerungsgläser u.a. von Antoni van Leeuwenhoek, erste Hinweise auf eine "Zellenstruktur" des Pflanzenorganismus erhielten, dauerte es dennoch rund 150 Jahre, bis die Vorstellung vom Aufbau der Organismen aus Zellen wirklich Fuß fassen konnte, gestützt auf entsprechende Beweise, die zu liefern erst die verbesserten Mikroskope ab etwa 1830 imstande waren. Dennoch setzte sich schon zu Anfang des 19. Jahrhunderts bei zahlreichen Forschern (z.B. Ludwig Christian Treviranus, Kurt Polycarp Sprengel, Franz Julius Meyen u.a.) die Auffassung durch, daß "die Zelle als der morphologische und physiologische Elementarteil der Pflanze"³⁾ angesehen werden muß. In seinem 1830 erschienenen Lehrbuch legt Meyen der Zelle bereits Eigenschaften bei, die sich einige Jahrzehnte später als wesentliche Charakteristika eines Elementarorganismus im biologischen Sinne herauskristallisieren sollten: "... sie ernährt sich selbst, sie bildet sich selbst und verarbeitet den aufgenommenen rohen Nahrungsstoff zu sehr verschiedenartigen Stoffen und Gebilden."⁴⁾ Oscar Hertwig kommt es offensichtlich sehr darauf an, auf die Ursprünge des für ihn so überaus wichtigen Begriffes "Elementarorganismus" hinzuweisen.

Zum Durchbruch verhalf diesen Ansichten jedoch erst 1838 Matthias Schleiden, der in seinem berühmten Aufsatz "Bei-

3) Zellentheorie, S. 420

4) Franz Julius Meyen: Phytotomie. Berlin 1830. Vgl. ferner Ludwig Christian Treviranus: Vom inwendigen Bau der Gewächse und von der Saftbewegung in denselben. Göttingen 1806.

träge zur Phytogenesis"⁵⁾ die Frage nach der Entstehung der Zellen aufwirft und mit Hilfe von Robert Browns Entdeckung des Zellkerns (1833)⁶⁾ zu beantworten sucht, da ihm bei seinen Untersuchungen aufgefallen war, daß sich besonders die jugendlichen Zellen durch den Besitz eines Kernes auszeichneten. Wenn auch Schleidens Theorie als verfehlt bezeichnet werden muß, würdigt Oscar Hertwig dessen Auffassung von der großen Bedeutung des Kerns im Zellenleben als wichtigen Wendepunkt mit folgender Begründung: "... denn durch ihn (d.h. diesen Gedanken) ist die Übertragung der Zellentheorie auf die tierischen Gewebe ermöglicht worden"⁷⁾, "weil hier die Kerne unter allen Zellbestandteilen am meisten hervortreten und auf die Übereinstimmung der histologischen Elemente bei Thieren und Pflanzen am offenkundigsten hinweisen."⁸⁾ Sicherlich kann Oscar Hertwig diesen Aussagen gerade deshalb uneingeschränkt zustimmen, weil sie seinen Überzeugungen entsprechen. In allen seinen Arbeiten über die Zelle spielt der Zellkern die wichtigste Rolle.

Theodor Schwann schließlich gelingt es, aus den zahlreichen Beobachtungen und Vorstellungen eine auch die tierischen Gewebe berücksichtigende umfassende Zellentheorie zu formulieren. Angeregt von Schleidens neuen Ideen führt er gründliche Untersuchungen durch, die er bereits 1839 unter dem Titel: "Mikroskopische Untersuchungen über die Uebereinstimmung in der Structur und dem Wachsthum der Thiere und Pflanzen"⁹⁾ veröffentlicht. Oscar Hertwig beurteilt diese Arbeit mit folgenden Worten: "Dieses Buch Schwanns ist ein grundlegendes Werk ersten Ranges, durch welches die mikroskopische Anatomie der Tiere trotz

5) Vgl. Matthias Schleiden: Beiträge zur Phytogenesis. In: Archiv für Anatomie o.B. (1838), S. 137-176.

6) Vgl. Robert Brown: Observations on the organs and mode of fecundation in Orchideae and Asclepideae. Transaction of the Linnean society 16 (1829-32), S. 685-746.

7) Allgemeine Biologie, S. 5; vgl. auch Oscar Hertwig: Dokumente zur Geschichte der Zeugungslehre. Eine historische Studie als Abschluß eigener Forschung. In: Arch. mikroskop. Anat. 90, Abt. II (1918), S. 5.

8) Zellentheorie, S. 421.

9) Vgl. Theodor Schwann: Mikroskopische Untersuchungen ueber die Uebereinstimmung in der Structur und dem Wachsthum der Thiere und Pflanzen. Berlin 1839.

der viel schwierigeren Aufgabe auf gleiche Stufe mit der Pflanzenanatomie gehoben wurde." Verantwortlich für den Erfolg der Schwannschen Untersuchungen sind nach Hertwig zwei Momente, zum einen "hat Schwann zur Erkennung der tierischen Zellen vorzugsweise die Anwesenheit des Kerns benutzt"¹⁰⁾ und zum anderen hat er die richtige Methode angewandt, indem er die Entwicklungsgeschichte der Gewebe untersuchte.

Wenn auch diese Theorie als herausragende Leistung anzusehen ist, haben dennoch ihre beiden wesentlichen Irrtümer zu einer raschen und durchgreifenden Korrektur geführt. Was die Entstehung der Zellen betrifft, nahm Schwann in seinem Vorschlag, daß die Zellen, einem Kristallisationsprozeß vergleichbar, aus Mutterlauge entstehen, eine Form von Urzeugung an, die in den folgenden Jahren durch die Beobachtungen von Carl Wilhelm von Naegeli, Karl Reichert und Robert Remak¹¹⁾ endgültig widerlegt wurde¹²⁾ und ihren prägnantesten Ausdruck in Rudolf Virchows Satz "Omnis cellula e cellula" (1858)¹³⁾ fand.

Die zweite Korrektur bringt eine vollständige Neufassung des Zellbegriffs, der in seiner bisherigen Definition vom Bläschen, das in einer festen Membran, die als wesentlicher Bestandteil angesehen wurde, einen flüssigen Inhalt umschließt, als nichtzutreffend erkannt wurde. Die ausgeprägten Bewegungsphänomene des flüssigen Teils der Zelle, von Hugo von Mohl 1846 Protoplasma genannt¹⁴⁾, deuteten darauf hin, daß man sich unter der Zelle weit mehr als nur "ein relativ einfaches Ding"¹⁵⁾ vorzustellen habe. 1860 endlich zieht Max Schultze aus zahlreichen Beobach-

10) Allgemeine Biologie, S. 6.

11) Vgl. Robert Remak: Über extrazelluläre Entstehung tierischer Zellen und über Vermehrung derselben durch Teilung. In: Arch. f. Anat. o.B. (1852), S. 47-57.

12) Vgl. Hans Stubbe: Kurze Geschichte der Genetik bis zur Wiederentdeckung der Vererbungsregeln Gregor Mendels. Jena 1965, S. 201 (= Genetik. Grundlagen, Ergebnisse und Probleme in Einzeldarstellungen. Beitrag 1).

13) Vgl. Rudolf Virchow: Die Zellulärpathologie in ihrer Begründung auf physiologische und pathologische Gewebelehre. Berlin 1858.

14) Vgl. Hugo von Mohl: Über die Saftbewegung im Inneren der Zellen. In: Botanische Zeitung (1846), S. 337f.

15) Zellentheorie, S. 424.

tungen den Schluß, daß die Membran für den pflanzlichen und tierischen Elementarteil etwas Unwesentliches sei und begründet, die Forschungsergebnisse der zurückliegenden zwanzig Jahre darin vereinigend, die "Protoplasmatheorie"¹⁶⁾, nach der die Zelle als ein mit den Eigenschaften des Lebens (Bewegung, Reizbarkeit, Ernährung und Fortpflanzung) begabtes Klümpchen von Protoplasma¹⁷⁾ definiert wird (1861).

Wenn man nun bedenkt, daß Oscar Hertwig Schüler von Max Schultze in Bonn gewesen ist, läßt sich unschwer erraten, wer die "Fundamente" zu Hertwigs "Gebäude" vom Wesen und der Struktur der Zelle gelegt hat.¹⁸⁾ Bezeichnend für Hertwigs eigenen Standpunkt, für die Art und Weise, wie er die Forschungsmöglichkeiten bezüglich des Elementarorganismus "Zelle" beurteilt, sind seine Ausführungen zu Ernst Wilhelm von Brücke: "Namentlich der Physiologe Brücke (1861) schloß aus der Kompliziertheit der Lebereigenschaften, deren Träger das Protoplasma ist, mit Fug und Recht, daß das Protoplasmaklümpchen eine komplizierte Struktur, einen 'höchst kunstvollen Bau' besitzen müsse, in welchen nur die Unzulänglichkeit unserer Beobachtungsmittel keinen befriedigenden Einblick gestatte."¹⁹⁾

Das bedeutet für Hertwig jedoch nicht, etwa der Resignation anheimzufallen, sondern im Gegenteil einen hohen Anreiz, seinen ganzen Forschergeist einzusetzen, um, gleichzeitig nach neuen Methoden suchend²⁰⁾, tiefer in die "Geheimnisse der Natur" einzudringen.

16) Vgl. Max Schultze: Über Muskelkörperchen und was man eine Zelle zu nennen habe. In: Arch. f. Anat. o.B. (1861), S. 1-27.

Vgl. Max Schultze: Das Protoplasma der Rhizopoden und der Pflanzenzelle. Leipzig 1863.

17) Vgl. Allgemeine Biologie, S. 8.

18) Vgl. Günter Tembrock: Oscar Hertwig (1849-1922). In: Geschichte der Mikroskopie. Leben und Werk großer Forscher. Bd. 1 Biologie. Hrsg. v. Hugo Freund und Alexander Berg. Frankfurt 1963, S. 208f.

19) Allgemeine Biologie, S. 8. Vgl. ferner Ernst Wilhelm von Brücke: Die Elementarorganismen. In: Sitz.-Ber. d. math.-naturwiss., 2. Abt. 44 (1861), S. 381-406.

20) Vgl. S. 30 dieser Dissertation.

II. Die Deszendenztheorie

1859 hatte Charles Darwin in seinem Werk "Über den Ursprung der Arten durch natürliche Zuchtwahl"²¹⁾ den Anstoß zur Auseinandersetzung mit dem Evolutionsgedanken gegeben. Die aus ihm sich entwickelnde Deszendenztheorie wirkte sich in gleicher Weise wie die Zellentheorie weiterhin anregend auf die biologische Forschung aus, wenn auch zunächst auf einer anderen Ebene. Während die Zellentheorie primär die konkrete experimentelle Forschung auf dem Gebiet der Zellbiologie und Embryologie beeinflusste, berührte der Evolutionsgedanke in erster Linie die theoretische Ebene der Spekulation, da die Phylogenese betreffende Probleme und Fragestellungen zunächst nicht direkt experimentell angegangen werden konnten.

Wenn Oscar Hertwig auch in erster Linie unter die empirisch tätigen Forscher einzureihen ist, der reinen Spekulation eher distanziert gegenüberstehend²²⁾, hat er sich dennoch vor allem in späteren Jahren intensiv mit Fragestellungen befaßt, die aus der Deszendenztheorie resultierten. So ging Hertwig u.a. dem Problem der Entstehung und Umbildung der Arten nach, äußerte sich zum Zusammenhang zwischen Phylogenese und Ontogenese und formulierte in seiner Biogenese-Theorie Vorstellungen über Vererbung und organische Entwicklung.²³⁾

-
- 21) Charles Darwin: Über die Entstehung der Arten durch natürliche Zuchtwahl. 9. Aufl. Stuttgart 1910. (Einzig autorisierte deutsche Ausgabe.)
- 22) Vgl. S. 24 dieser Dissertation.
- 23) Vgl. Oscar Hertwig: Ueber die Stellung der vergleichenden Entwicklungslehre zur vergleichenden Anatomie, zur Systematik und Descendenztheorie. (Das biogenetische Grundgesetz, Palingenese und Cenogenese.) In: Handbuch d. vergl. u. exper. Entwicklungslehre der Wirbeltiere Bd. 3, Tl. 3 (1906), S. 149-183.
Oscar Hertwig: Das biogenetische Grundgesetz nach dem heutigen Stand der Biologie. In: Intern. Wschr. Wiss. Kunst Techn. 1 (1907), Sp. 63-70, 91-98.
Oscar Hertwig: Der Kampf um Kernfragen der Entwicklungs- und Vererbungslehre. Jena 1909.
Oscar Hertwig: Darwins Einfluß auf die deutsche Biologie. In: Intern. Wschr. Wiss. Kunst Techn. 3 (1909), Sp. 953-958.
Oscar Hertwig: Das Werden der Organismen. Eine Widerlegung von Darwins Zufallstheorie. Jena 1916.

III. Methodische Voraussetzungen

Obwohl bereits im 17. und 18. Jahrhundert geistreiche wie fleißige Forscher bemüht waren, biologische Grundprobleme einer Lösung näherzubringen, vermochten sie doch gewisse Grenzen nicht zu überschreiten, Grenzen, die in der Unzulänglichkeit ihrer Forschungsmethoden begründet lagen. Das 19. Jahrhundert verdankt seine bahnbrechenden Entdeckungen in erster Linie dem methodischen und technischen Fortschritt, der erlaubte, Hypothesen in experimentell gesicherte Theorien zu verwandeln.

An erster Stelle ist hier ganz ohne Frage das Mikroskop zu nennen. Wenn sich auch die Anfänge der mikroskopischen Forschung bis in die zweite Hälfte des 17. Jahrhunderts (Marcello Malpighi und Antoni van Leeuwenhoek) zurückverfolgen lassen, so kamen die ersten tauglichen Instrumente doch erst um 1830 in den Handel. In Deutschland waren es vor allem Joseph von Fraunhofer und Hugo von Mohl, die die Mikroskope durch die Entwicklung achromatischer Gläser zu verbessern suchten.²⁴⁾ Um die Mitte des 19. Jahrhunderts begann dank der leistungsfähigen Zeiss-Mikroskope eine Phase histologischer und protozoologischer Untersuchungen, in kommenden Jahrzehnten gefolgt von zytologischen.

Parallel zu den Fortschritten auf physikalischem Gebiet wurden auch die chemischen Voraussetzungen für die mikroskopische Forschung verbessert durch die aufkommende Fixierungs-, Präparations- und Färbetechnik. Als Fixierungsmittel zur Konservierung der Präparate dienten zunächst Chromsäure und Osmiumsäure, die ersten Färbungen gelangen mit Hämatoxylin und Anilinverbindungen.²⁵⁾

Die Qualität der Präparate wurde schließlich noch durch die Einführung des Mikrotoms im Jahre 1870 verbessert. Erstmals war es möglich, ausreichend dünne Schnitte anzufertigen.

24) Vgl. Hans Stubbe, a.a.O., S. 194.

25) Vgl. ebenda, a.a.O., S. 203.

Es war ein glücklicher Umstand für Oscar Hertwig, seine wissenschaftliche Forschungstätigkeit zu einem solch günstigen Zeitpunkt beginnen zu können. Der Boden war bereitet für eine erfolgversprechende zytologische Grundlagenforschung.

2. Kapitel: Persönlicher Hintergrund

Der Lebensweg Oscar Hertwigs wurde bereits einige Male, mehr oder weniger ausführlich, beschrieben.²⁶⁾ Wenn dies hier abermals geschieht, dann vor allem aus folgenden Gründen: Das Lebenswerk eines Menschen ist untrennbar verbunden mit seinem Lebensweg. Wie sehr gerade günstige Lebensumstände eine wichtige Voraussetzung dafür darstellen, daß ein Mensch seine Anlagen vollends entfalten kann, wird am Beispiel Oscar Hertwigs deutlich. Offensichtlich hat der ruhige und geordnete Verlauf seines Lebens dazu beigetragen, daß Hertwig am Ende seines Lebens auf ein reiches und erfülltes Forscherdasein zurückblicken konnte.

Doch es gibt noch ein weiteres Argument, das den Historiker dazu veranlaßt, Studien dieser Art mit einem biographischen Kapitel auszustatten. "Alles historische Geschehen ist menschliches Geschehen oder Sein. Der Mensch ist der Bezugspunkt aller Geschichte. ... das eigentliche Objekt aller Geschichtsforschung."²⁷⁾

-
- 26) Die bei weitem ausführlichste Lebensbeschreibung findet sich in: Richard Weissenberg: Oscar Hertwig (1849-1922). Leben und Werk eines deutschen Biologen. Leipzig 1959 (= Lebensdarstellungen deutscher Naturforscher. Hrsg. von der Deutschen Akademie der Naturforscher Leopoldina. Nr. 7).

Weissenberg war von 1906-1922 enger Mitarbeiter Hertwigs, zunächst als Assistent am Anatomisch-biologischen Institut der Universität Berlin, ab 1913 dann als Privatdozent.

Rudolph Zaunick hat der Biographie Weissenbergs ein nahezu vollständiges Verzeichnis der Veröffentlichungen von Oscar Hertwig beigelegt. Siehe Anhang 2 dieser Arbeit.

Vgl. auch die biographischen Skizzen von: Isidor Fischer (Hrsg.): Biographisches Lexikon der hervorragenden Ärzte der letzten 50 Jahre. Bd. 1. Berlin 1932, S. 616-618; Günter Tembrock: Oscar Hertwig (1849-1922). In: Geschichte der Mikroskopie. Leben und Werk großer Forscher. Bd. 1 Biologie. Hrsg. v. Hugo Freund und Alexander Berg. Frankfurt 1963, S. 207-215.

Vgl. ferner: Franz Keibel: Nachruf. In: Anat. Anzeiger 56 (1923), S. 372-383; Robert Olby: Wilhelm August Oscar Hertwig. In: Dictionary of scientific biography 6 (1972), S. 337-340.

- 27) Walter Artelt: Einführung in die Medizinhistorik. Stuttgart 1949, S. 144.

Ergänzen möchte ich den biographischen Überblick mit einer Betrachtung zur Persönlichkeit O. Hertwigs. Ich werde versuchen, diejenigen Elemente aufzuzeigen, die ihn als Lehrer und Forscher charakterisieren.

I. Biographie

Oscar Hertwig wurde am 21. April 1849 in Friedberg (Hessen) geboren. Da beide Eltern starkes Interesse an den Naturwissenschaften hegten, erscheint es verständlich, daß die geistige Entwicklung Oscars und seines eineinhalb Jahre jüngeren Bruders Richard in diese Richtung beeinflußt wurde. Bald nach der Geburt Richards ist die Familie nach Mühlhausen in Thüringen umgezogen, wo die Brüder den größten Teil ihrer Kindheit und Jugend verbrachten. Da Oscar als Kind etwas kränklich war, wurden die Brüder trotz des Altersunterschiedes zugleich eingeschult, so daß sie beide 1868 am Gymnasium von Mühlhausen das Abitur ablegten. Auch ihre Studienzeit und die ersten Jahre ihres wissenschaftlichen Arbeitens verbrachten sie zusammen, bis Richard Hertwig 1881 das Ordinariat für Zoologie in Königsberg übernahm.

Im Frühjahr 1868 begannen die Brüder ihr Medizinstudium in Jena, wo Carl Gegenbaur Anatomie lehrte und Ernst Haeckel die morphologische Wissenschaft vertrat, der die beiden schon nach kurzer Zeit als seine Lieblingsschüler ansah.²⁸⁾ Die vergleichend-anatomische Ausrichtung der Forschungsarbeiten von Oscar und Richard Hertwig wurde sicherlich durch diese ersten Lehrer bestimmt. Die dreijährige Studienzeit in Jena, die nur durch ein Semester in Zürich, im Sommer 1869, unterbrochen war, schlossen die Brüder Ostern 1871 mit einer Studienreise nach Dalmatien als Begleiter Haeckels ab. Dort setzten sie die, bereits an Haeckels Institut begonnenen, Ascidien-Arbeiten fort. Sie

28) Vgl. hierzu den vollständig (nach Weissenberg zum Teil) erhaltenen Briefwechsel zwischen Haeckel und seinen beiden Schülern Oscar und Richard Hertwig: Victor Franz (Hrsg.): Ernst Haeckel. Sein Leben, Denken und Wirken. Bd. 1. Jena und Leipzig 1943, S. 9-73. Siehe besonders: S. 9 u. 23.

untersuchten Entwicklungsstadien dieser Chordatiere, die sie durch künstliche Befruchtung erhielten, durch eine Methode also, die Oscar Hertwig während seiner gesamten Forschertätigkeit unzählige Male mit großem Erfolg angewandt hat. Die Ergebnisse seiner Untersuchung legte Oscar Hertwig in einer Arbeit über den Bau und die Entwicklung des Cellulosemantels der Tunicaten²⁹⁾ als Preisaufgabe in Jena vor, die dann auch, neben einer Arbeit seines Bruders, durch den ausgeschriebenen Preis ausgezeichnet wurde.

Zum Sommersemester 1871 wechselten die Brüder nach Bonn, wo sie von Max Schultze, dem führenden Histologen und Mikrotechniker seiner Zeit, in mikroskopischer Technik ausgebildet wurden. 1872 wurde Oscar Hertwig zum Dr. med. promoviert, mit einer Arbeit über die Entwicklung und den Bau des elastischen Knorpels des Ohres³⁰⁾, zu der er von Schultze angeregt worden war. Nach einer kurzen Assistentenzeit an Schultzes Anatomischem Institut legten die Brüder 1873 ihr medizinisches Staatsexamen ab.

Um seine militärärztliche Dienstzeit zu absolvieren, kehrte Oscar Hertwig für ein Jahr nach Jena zurück, wo er bei Gegenbaur gleichzeitig seine vergleichend-morphologischen Studien fortsetzen konnte. Anschließend beabsichtigte er, bei Schultze in Bonn weiterzuarbeiten, ein Plan, der sich durch den plötzlichen Tod Schultzes nicht mehr verwirklichen ließ. Die Chancen, sich unter La Valette St. George, Schultzes Nachfolger, beruflich weiterentwickeln zu können, beurteilte O. Hertwig sehr skeptisch, so daß er sich zusammen mit seinem Bruder im März 1875 einer weiteren von Haeckel veranstalteten Studienreise ans Mittelmeer anschloß. Der Aufenthalt in Villafranca bei Nizza wurde bedeutsam in Hertwigs Leben. Er entdeckte dort im Seeigel-Ei ein ausgezeichnetes Objekt für seine Absicht,

29) Oscar Hertwig: Untersuchungen über den Bau und die Entwicklung des Cellulose-Mantels der Tunicaten. Eine akademische Preisschrift. In: Jena. Zschr. Naturwiss. 7 (1873), S. 46-73.

30) Oscar Hertwig: Ueber die Entwicklung und den Bau des elastischen Gewebes im Netzknorpel. In: Arch. mikroskop. Anat. 9 (1873), S. 80-100.

die bis dahin noch sehr ungenau bekannten Vorgänge bei der Befruchtung zu erforschen. Seine mikroskopischen Untersuchungen ließen ihn die feineren morphologischen Prozesse bei der Befruchtung erkennen und erstmalig zur richtigen Deutung gelangen, daß die Befruchtung des Eies nur durch einen einzigen Samenfaden ausgeführt wird, dessen Kern sich mit dem Eikern zum Kern des Embryonalkeimes vereinigt. Diese Ergebnisse legte er in einer Arbeit mit dem Titel: "Beiträge zur Kenntniß der Bildung, Befruchtung und Theilung des thierischen Eies" dar, mit der er sich 1875 für Anatomie und Entwicklungsgeschichte habilitierte. Der folgende Ausspruch Franz Keibels, Hertwigs Nachfolger am Anatomisch-biologischen Institut Berlin, zeigt, welchen Stellenwert Keibel dieser Arbeit beimißt: "Durch diese Entdeckung, welche eine der Grundlagen der heute so üppig gedeihenden Vererbungslehre bildet, hat Oskar Hertwig seinen Namen für alle Zeiten in die Annalen unserer Wissenschaft eingetragen."³¹⁾

Bis 1881 konnte sich Hertwig noch ausschließlich der Forschung widmen, da er, auch nach seiner Ernennung zum außerordentlichen Professor 1878, keinerlei Lehrverpflichtungen nachkommen mußte.

1881 schließlich erhielt er die Berufung als ordentlicher Professor für Anatomie in Jena. Damit erreichte Oscar Hertwig das Ziel, das er sich schon zu Anfang seines Studiums gesteckt hatte. Gleichzeitig wurde ihm die Leitung des Anatomischen Institutes übertragen. Noch im selben Jahr wurde Oscar Hertwig (wie auch sein Bruder Richard) zum Mitglied der Deutschen Akademie der Naturforscher (Leopoldina) in Halle gewählt.

Die gesicherte Lebensstellung ermöglichte Oscar Hertwig, Marie Gesenius 1884 zu heiraten. Aus ihrer Ehe gingen zwei Kinder hervor, die beide Neigung und Begabung zur biologischen Wissenschaft von ihrem Vater geerbt hatten. Der 1888 geborene Sohn Günther wurde Professor für Anatomie, die ein Jahr jüngere Tochter Paula Professor für Biologie.

31) Franz Keibel: Nachruf. In: Anat. Anzeiger 56 (1923), S. 372.

1888 folgte Oscar Hertwig einem Ruf an die Universität Berlin als Ordinarius für Allgemeine Anatomie, Histologie, Entwicklungslehre und vergleichende Anatomie³²⁾, da ihm die Zusammenarbeit mit den namhaften Kollegen der Medizinischen Fakultät, wie zum Beispiel Ernst von Bergmann, Emil du Bois-Reymond, Robert Koch, Ernst Victor von Leyden, Karl Ernst Schweigger, Rudolf Virchow u.a., äußerst erfolgversprechend erschien. Den engsten Kontakt hatte Hertwig als Leiter des neugegründeten Anatomisch-biologischen Institutes zum Direktor des Anatomischen Institutes, Wilhelm Waldeyer. Sein Institut unterteilte Hertwig in drei Arbeitsrichtungen, eine histologisch-biologische, eine embryologisch-biologische und eine vergleichend-anatomische, seinen Forschungsgebieten entsprechend.

1893 wurde Hertwig zum Mitglied der Preußischen Akademie der Wissenschaften gewählt, 1894/95 und 1908/09 bekleidete er das Amt des Dekans der medizinischen Fakultät, und 1904/05 wurde er zum Rektor der Berliner Universität gewählt. 1921 legte Hertwig, nach 33-jähriger Tätigkeit, sein Amt als Direktor des Anatomisch-biologischen Institutes nieder. Obwohl Hertwig zu diesem Zeitpunkt bereits sehr krank war, hat er dennoch bis kurz vor seinem Tode weitergearbeitet. Am 25. Oktober 1922 ist Oscar Hertwig nach langem, schweren Leiden im Alter von 73 Jahren in Berlin gestorben.

II. Oscar Hertwig als Lehrer und Forscher

1. Didaktische Fähigkeiten Oscar Hertwigs

Obwohl seine Lehr- und Forschungstätigkeit sowie die Verpflichtungen als Ordinarius sicherlich den größten Teil seiner Zeit in Anspruch genommen haben, war es Oscar Hertwig dennoch möglich, als wissenschaftlicher Schriftsteller etwa 11.000 Seiten zu verfassen. Die Vermutung, daß Oscar Hertwig das Schreiben relativ leicht gefallen sein muß,

32) Oscar Hertwig war somit der erste Inhaber einer Professur für Gewebelehre und Entwicklungsgeschichte an der Berliner Universität.

wird von seiner Tochter bestätigt: "So konnte er, wie seine Tochter berichtet, zu jeder Tageszeit und auch nach beliebiger Unterbrechung den Faden seiner schriftstellerischen Tätigkeit sofort wieder aufnehmen."³³⁾

Wenn man sich mit Büchern und Schriften Oscar Hertwigs befaßt, erkennt man sehr bald zwei Hauptmerkmale, bedingt durch die beiden Funktionen, die Hertwig in sich vereinigt: Der Forscher strebt danach, alles möglichst gründlich und exakt darzustellen, während dem Lehrer vor allem die Verständlichkeit seiner Aussagen am Herzen liegt. Wodurch zeichnet sich nun die Qualität seiner Schriften in didaktischer Hinsicht aus?

An erster Stelle ist wohl der sprachliche Stil Oscar Hertwigs zu nennen. Er bevorzugt eine ausgesprochen klare Sprache mit übersichtlichen Konstruktionen. Es gelingt ihm, besonders in den Lehrbüchern, das Wesentliche aufzuzeigen und auf Ausnahmen zu verzichten, Details werden zugunsten einer zusammenfassenden Darstellungsweise vernachlässigt.³⁴⁾

In seinen Ausführungen zur "Allgemeinen Biologie" betont Weissenberg eben diesen Aspekt: "In der 'Allgemeinen Biologie' Oscar Hertwigs kommt seine hochentwickelte Begabung, im speziellen Befund das Walten allgemeiner Gesetze zu erkennen und so ein großes Tatsachenmaterial unter allgemeinen Gesichtspunkten zusammenzufassen, zu ihrer reifsten Auswirkung."³⁵⁾

Weiterhin fällt auf, daß sich Oscar Hertwig sehr darum bemüht, alle seine Arbeiten übersichtlich zu gliedern, sie logisch aufzubauen, so daß der Leser ohne Mühe den vorgetragenen Gedankengängen folgen kann. Den meisten Veröffentlichungen sind umfangreiche Literaturübersichten beigelegt, die in den Lehrbüchern den einzelnen Kapiteln zugeordnet sind.³⁶⁾ Die Lehrbücher zeichnen sich außerdem

33) Richard Weissenberg, a.a.O., S. 37.

34) Gerade hierin unterscheiden sich seine Lehrbücher am stärksten von den wissenschaftlichen Abhandlungen über Beobachtungen und Experimente oder Streitschriften, in denen er sich mit den Ansichten anderer Wissenschaftler auseinandersetzt.

35) Richard Weissenberg, a.a.O., S. 28.

36) Vgl. Oscar Hertwig: Lehrbuch der Entwicklungsgeschichte des Menschen und der Wirbeltiere. 8. Aufl. Jena 1906, S. VIII.

durch ausführliche Sachregister aus. Um den Studenten das Lernen zu erleichtern, beschließt Hertwig die einzelnen Kapitel mit einem kurzgefaßten Repetitorium³⁷⁾ und verwendet eine möglichst einheitliche Nomenklatur.³⁸⁾

Da Oscar Hertwig keineswegs nur an der aktuellen Forschung interessiert ist, sondern sich auch immer wieder mit der Geschichte der Biologie und ihrer Teilgebiete beschäftigt hat³⁹⁾, erstaunt es nicht, daß er die einzelnen Kapitel seiner Lehrbücher durch knappe Darstellungen der historischen Entwicklung ergänzt. Selbst in zahlreichen Abhandlungen zu Versuchen oder auch in theoretischen Auseinandersetzungen trifft man häufig auf historische Exkurse.⁴⁰⁾

Um seine Darstellungen noch anschaulicher zu gestalten, setzt Oscar Hertwig ein in seinen Augen besonders geeignetes Mittel äußerst konsequent ein: die Abbildung.⁴¹⁾

37) Vgl. Oscar Hertwig: Die Elemente der Entwicklungslehre des Menschen und der Wirbeltiere. Anleitung und Repetitorium für Studierende und Ärzte. 5. Aufl. Jena 1915, S.V. Schon der Titel weist hier deutlich auf Oscar Hertwigs Absicht hin, den Bedürfnissen und Erwartungen der Studenten gerecht zu werden.

38) Vgl. Lehrbuch der Entwicklungsgeschichte, S. XII.

39) Vgl. hierzu: Oscar Hertwig: Die Geschichte der Zellentheorie. In: Dtsch. Rdsch. 20 (1879), 417-429; Oscar Hertwig: Ältere und neuere Entwicklungs-Theorien Berlin 1892; Oscar Hertwig: Die Entwicklung der Biologie im 19. Jahrhundert. Jena 1900; Oscar Hertwig: Die wichtigsten Fortschritte auf dem Gebiete der Zellentheorie. In: Die deutsche Klinik am Eingange des zwanzigsten Jahrhunderts, hrsg. v. E. von Leyden und F. Klemperer, Bd. 1 (1903), S. 377-408; Handbuch der vergleichenden und experimentellen Entwicklungslehre der Wirbeltiere, hrsg. von Oscar Hertwig, Bd. 1, Tl. 1, Hälfte 1. Jena 1906, S. 1-68.

40) Vgl. Lehrbuch der Entwicklungsgeschichte, S. VII.

41) So schreibt Hertwig im Vorwort zur 7. Auflage seines Lehrbuches der Entwicklungsgeschichte: "Außerdem habe ich es mir noch mehr wie früher angelegen sein lassen, ältere Figuren ... durch zeitgemäßere zu ersetzen und überhaupt die Anzahl der Abbildungen, durch welche das Verständnis der Darstellung so wesentlich erleichtert wird, in großem Umfang zu vermehren." (S. XIV). Um eine ungefähre Vorstellung vom Umfang der Abbildungen zu geben, sei eine Zahl genannt: Die 8. Aufl. seines Lehrbuches hat Oscar Hertwig mit 653 Abbildungen ausgestattet.

In jeder neuen Auflage seiner Lehrbücher erhöht sich die Anzahl der Abbildungen beträchtlich, ein kleinerer Teil wird sogar durch mehrfarbige ersetzt. Aber auch die Abhandlungen zu seinen Versuchen illustriert Hertwig reichlich mit überaus genauen Zeichnungen, die er selbst angefertigt hat.⁴²⁾ Darüberhinaus greift Oscar Hertwig auch im Übertragenen Sinne auf "Bilder" zurück. Wenn es darum geht, abstrakte Sachverhalte zu erläutern, bedient er sich häufig konkreter Beispiele.⁴³⁾

Wie sehr Oscar Hertwig daran gelegen war, den Stoff nicht nur anschaulich, sondern möglichst lebendig darzubieten, läßt sich auch an seiner ihm eigenen Art, ein Lehrbuch zu schreiben, aufzeigen. So scheut er nicht davor zurück, Grundregeln der lehrbuchmäßigen Darstellungsweise (d.h. den Stoff objektiv, sachlich, unpersönlich, resümierend, etc. zu präsentieren) zu durchbrechen. Ganz bewußt nimmt er die daraus resultierende Kritik in Kauf: "Inbezug auf letztere wird vielleicht von manchen Seiten der Vorwurf erhoben werden können, daß sie für ein Lehrbuch eine zu stark ausgeprägte subjektive Färbung erhalten haben, und daß in ihnen noch ein Hauch aus den verschiedenen polemischen Erörterungen des letzten Jahrzehnts hindurchzieht." "Auch ich glaube, daß den Vorwurf, den vielleicht manche erheben, andere wieder als Vorzug empfinden werden, besonders die größere Anregung, die eine lebhafter gefärbte Darstellung zur Beschäftigung mit den vorliegenden Problemen gibt."⁴⁴⁾

Zusammenfassend läßt sich wohl sagen, daß die eben dargelegten Gedanken und Feststellungen die Frage beantworten, warum Hertwigs Lehrbücher in weiten Kreisen, vor allem

42) Vgl. Anhang 1.

43) Vgl. Allgemeine Biologie, Kapitel 6, S. 131-141. Gerade dieses Kapitel kann als besonders eindruckliches Beispiel für das eben Gesagte angeführt werden. Überaus zahlreich sind die konkreten Beispiele, mit denen Hertwig die Aussagen zum Kausalitätsproblem verdeutlichen will.

Vgl. ferner: Oscar Hertwig: Vergleich der Ei- und Samenbildung bei Nematoden. Eine Grundlage für celluläre Streitfragen. In: Arch. mikroskop. Anat. 36 (1890), S. 95f.

44) Allgemeine Biologie, S. IXf.

aber bei den Studenten, sehr geschätzt waren, dokumentiert in den zahlreichen Auflagen und Übersetzungen, die sie erlebt haben.

Dieses Teilkapitel soll mit einer kurzen Bemerkung zu Hertwigs Vorlesungen, als Form wissenschaftlicher Lehre par excellence, abgeschlossen werden. Von Weissenberg erfahren wir, daß Hertwig sprachlich überaus versiert gewesen sein muß, so daß er imstande war, seinen Stoff fast druckreif vorzutragen. Doch ebenso in inhaltlicher Hinsicht trifft das, was weiter oben über die Lehrbücher ausgesagt wurde, gleichermaßen auf seine Vorlesungen zu: "Die Klarheit seines Vortrages und seine Gabe, das allgemein Wichtige hervorzuheben, machten seine Vorlesungen, die durch zahlreiche Demonstrationen des Typischen unterstützt wurden, so leicht faßlich, daß selbst ein unter dem Durchschnitt stehender Student ihnen mühelos folgen konnte."⁴⁵⁾

2. Oscar Hertwigs Selbstverständnis von Wissenschaft und naturwissenschaftlichem Arbeiten

Wäre die Frage gestellt, den Forscher Hertwig mit zwei Worten zu charakterisieren, so müßte die Antwort lauten: Selbstkritik und Gründlichkeit. Diese beiden Wesenszüge, die von Anfang an sein Arbeiten bestimmen, zwingen Oscar Hertwig dazu, hohe, um nicht zu sagen, höchste Maßstäbe an sich und seine Arbeit zu legen. Lassen wir noch einmal den Schüler Weissenberg zu Worte kommen, der diese Eigenschaften seines Lehrers besonders hervorhebt: "Typisch für Hertwig war es, daß er im Laboratorium ein völlig anderer Mensch war als auf dem Katheder, hier der manche Schwierigkeiten bewußt abglättende Lehrer, dort der äußerst kritisch eingestellte Forscher, der die höchsten Anforderungen an die Güte der Präparate stellte und immer wieder auf das sorgfältigste prüfte, ehe er einen Befund für feststehend hielt."⁴⁶⁾

45) Richard Weissenberg, a.a.O., S. 37f.

46) Richard Weissenberg, a.a.O., S. 38.

Vgl. auch: Allgemeine Biologie, S. IX unten.

Diese selbstkritische Grundeinstellung muß als Voraussetzung für weitere typische Verhaltensweisen Hertwigs angesehen werden. Wo auch immer sich Hertwig mit anderen Wissenschaftlern auseinandersetzt, sind seine Äußerungen von einer tiefen Achtung andersdenkenden Forschern gegenüber getragen.⁴⁷⁾ Nicht nur, daß er sie als Menschen schätzt, auch von seiner Meinung abweichende respektiert er vollkommen. Diese Haltung findet ihren Niederschlag darin, daß er, selbst in Lehrbüchern, mehrere mögliche Standpunkte in einer noch unentschiedenen Frage darstellt.⁴⁸⁾ Doch lassen wir Hertwig mit seinen eigenen Worten begründen, warum es ihm für die Wissenschaft und ihren Fortschritt unerlässlich erscheint, gegensätzliche Meinungen zu achten und zu prüfen: "Wenn in der Darstellung, wiewohl naturgemäß, meine Auffassung von der Zelle in den Vordergrund tritt, und wenn ich dabei hier und dort von den Ansichten und Deutungen hervorragender und von mir hochgeschätzter Forscher abweiche, so glaube ich ihnen das Geständnis zu schulden, daß ich darum weder die von mir bevorzugte Auffassung für die unbedingt richtige halte, noch viel weniger aber von entgegengesetzten Auffassungen gering denke. Denn der Gegensatz der Meinungen ist zum Leben und zur Entwicklung der Wissenschaft notwendig; und wie ich in verschiedenen historischen Exkursen habe durchblicken lassen, schreitet gerade im Widerspruch der Meinungen und Beobachtungen die Wissenschaft am raschesten und erfolgreichsten vorwärts. Wie in unserer Natur begründet ist, sind fast alle Beobachtungen und die aus ihnen gezogenen Schlüsse einseitig und sind daher fortwährend einer Korrektur bedürftig."⁴⁹⁾ So ist er auch ohne weiteres bereit, Fehler, die ihm unterlaufen sind, ohne Wenn und Aber zuzugeben und zu korrigieren.⁵⁰⁾

47) Vgl. Oscar Hertwig: Das Werden der Organismen. Jena 1916, S. VII.

48) Vgl. dazu die Ausführungen im vorhergehenden Teilkapitel.

49) Allgemeine Biologie, S. VIII.

50) Vgl. Oscar Hertwig: (Weitere) Beiträge zur Kenntniss der Bildung, Befruchtung und Theilung des thierischen Eies. In: Morphol. Jahrbuch 3 (1877), S. 276; Morphol. Jahrbuch 4 (1878), S. 194: "..., dass mir bei meinem früheren Untersuchungsverfahren wichtige Umbildungsstadien nicht zur Beobachtung gekommen sind und dass die von mir früher als wahrscheinlich hingestellte Deutung eine verfehlte ist."

Seiner Überzeugung treu bleibt Hertwig sogar in den oft ausgesprochen unerfreulichen Prioritätsstreitigkeiten, in denen er sich, bei aller manchmal erforderlichen Härte, nie zu polemischen Diffamierungen hinreißen läßt.⁵¹⁾ Immer bleibt er gelassen und versucht, die Auseinandersetzung auf rationaler und sachlicher Ebene auszutragen. Das zuletzt genannte Zitat läßt darüber hinaus noch erkennen, wie sehr sich Oscar Hertwig der Unvollkommenheit jeglicher Forschungsergebnisse bewußt ist.⁵²⁾ Ohne Zweifel entspringt gerade aus dieser Erkenntnis seine Bescheidenheit, was die bisherigen Kenntnisse der Wissenschaft anbelangt. Es ist wohl diese Bescheidenheit, die ihn zeitlebens daran hindert, sich anzumaßen, die Natur mit Hilfe der Naturwissenschaften vollends erkennen und verstehen zu können bzw. zu wollen. Im Gegenteil, seine große Ehrfurcht vor der Natur und den Lebewesen, die in allen seinen Büchern und Schriften zu spüren ist, läßt ihn erst recht erkennen, wie beschränkt die Möglichkeiten der naturwissenschaftlichen Forschung, zumal in seiner Zeit, doch sind. Das Ausmaß seiner Bescheidenheit soll an folgenden Worten deutlich werden: "Gleichwohl müssen wir sagen, daß wir in Wirklichkeit von allen den komplizierten Prozessen, von dem ganzen Kraftwechsel oder der Dynamik eines vielzelligen Organismus so gut wie nichts wissen."⁵³⁾

In letzter Konsequenz führt diese Bescheidenheit der eigenen Wissenschaft gegenüber dazu, daß Hertwig sich durch eine geistige Offenheit auszeichnet, wie man sie bei Naturwissenschaftlern nicht unbedingt erwartet oder gewohnt

51) Vgl. besonders: Oscar Hertwig: Dokumente zur Geschichte der Zeugungslehre. Eine historische Studie als Abschluß eigener Forschung. In: Arch. mikroskop. Anat. 90, Abt. II (1918), S. 1-168. In dieser Schrift stellt Oscar Hertwig die Geschichte seiner Entdeckung ausführlich dar. Zwangsläufig setzt er sich darin auch mit den Prioritätsansprüchen auseinander, die von verschiedener Seite (so z.B. von Edouard van Beneden) erhoben wurden. Diese Schrift kann als eindruckliches Beispiel dafür angesehen werden, daß sich Hertwig zu keiner Zeit und in keiner Situation von anderen provozieren ließ.

52) Vgl. Allgemeine Biologie, S. V, VI, 4.

53) Allgemeine Biologie, S. 579; vgl. ferner S. 49 unten.

ist. Wie weit diese Offenheit bei ihm geht, zeigt seine Bereitschaft, selbst von anderen Fachrichtungen zu lernen. Bereitwillig erkennt er die Grenzen seines Faches an und nimmt Erkenntnisse oder weiterführende Hinweise aus anderen Disziplinen sogar in sein Lehrbuch auf. Als Beispiel möge der Vortrag des Physiologen Ewald Hering dienen, in welchem dieser eine gewisse Übereinstimmung zwischen den Eigenschaften der Erbmasse und denjenigen der Hirnsubstanz darzulegen versucht.⁵⁴⁾ Wie Hertwig diesen Vergleich bewertet und warum er ihn in seinem Lehrbuch so ausführlich erwähnt, erfahren wir aus den folgenden Passagen: "Dagegen halte ich den Vergleich für außerordentlich lehrreich, weil er uns hinweist auf Eigenschaften der organisierten Substanz, von welchen uns die anatomisch-physiologische Untersuchung nichts lehren kann, von welchen uns aber das Studium unserer eigenen Bewußtseinsvorgänge oder die Psychologie Kunde gibt." "Den von Hering in einem Vortrag entwickelten Gedanken, daß Erinnerungsvermögen und Erbllichkeit eine Reihe von Übereinstimmungen aufweisen, habe ich mit Rücksicht auf seine wissenschaftliche Bedeutung und in voller Würdigung derselben zum ersten Mal als Bestandteil in ein Lehrbuch (1898) aufgenommen, in eingehender Weise erörtert und so wieder die Aufmerksamkeit weiterer Kreise auf ihn hingelenkt."⁵⁵⁾

3. Methodisches Vorgehen bei Oscar Hertwig

Bevor sich diese Untersuchung inhaltlichen Problemen zuwenden wird, in der Absicht, Forschungsergebnisse Oscar Hertwigs zu analysieren und zu beurteilen, sollen die formalen Voraussetzungen dazu geschaffen werden. In diesem Teilkapitel wird daher die Frage, welchen Weg Oscar Hert-

54) Ewald Hering: Über das Gedächtnis als eine allgemeine Function der organisirten Materie. In: Almanach d. Kaiserl. Akad. d. Wissensch., 20. Jahrg. Wien 1870, S. 253-278. Vgl. dazu ferner Richard Semon: Die Mneme als erhaltendes Prinzip im Wechsel des organischen Geschehens Leipzig 1904. In diesem Buch hat Semon den Heringschen Gedanken weitergeführt und zu vertiefen gesucht.

55) Allgemeine Biologie, S. 586f.

wig beschreitet, um zu Erkenntnissen zu gelangen, zu beantworten versucht.

Richtet man den Blick auf grundsätzliche Kategorien wissenschaftlicher Methodologie, wird man sehr rasch einem Gegensatzpaar begegnen, an dem sich die Geister scheiden: Spekulation - Empirismus. Oscar Hertwig hier einzuordnen, bereitet keinerlei Schwierigkeiten, da er sich in allen Arbeiten als konsequenter Empiriker dadurch erweist, daß er "bei allen theoretischen Erörterungen das durch Beobachtung und Experiment gelieferte Tatsachenmaterial als Ausgang und Grundlage benutzt"⁵⁶⁾ hat. Selbst wenn er von Problemen und Fragestellungen handelt, die für die spekulative Methode geradezu prädestiniert erscheinen, enthält er sich

56) Allgemeine Biologie, S. X. In der darauffolgenden Passage des Vorwortes wird deutlich, daß sich Hertwig bei seinen Erörterungen nicht nur auf Beobachtung und Experiment stützt, sondern darüber hinaus "wichtige Beobachtungen und Experimente, welche in andern Lehrbüchern gewöhnlich keinen Platz finden, zum Gegenstand einer zusammenhängenden, in sich geschlossenen, lehrbuchmäßigen Darstellung gemacht" hat.

jeglicher Spekulationen.⁵⁷⁾ Das bedeutet jedoch nicht, daß Hertwig deshalb im gleichen Atemzug die spekulative Methode radikal verwerfen müßte, was als weiterer Beleg für seine geistige Offenheit angesehen werden kann. Berücksichtigt man auch hier diesen so überaus bezeichnenden Wessenzug Oscar Hertwigs, erstaunt es wohl nicht, daß sogar Carl Wilhelm von Naegeli, ein in seinem Hauptwerk⁵⁸⁾ fast

-
- 57) Diese Aussagen zu erläutern, seien zwei klassische Themen der Spekulation angeführt. Vgl. Allgemeine Biologie, S. 260-263. Dieses Kapitel über das Problem der Urzeugung eignet sich in besonderem Maße zu zeigen, daß Oscar Hertwig immer versucht, auf dem Boden der Fakten zu bleiben, sie sachlich zu referieren, und sich von spekulativen Überlegungen distanziert. Aber auch hinsichtlich Hertwigs Vorstellungen vom Vererbungsgehehen kommen wir zum selben Ergebnis. Was die Frage nach der feineren Struktur der Erbmasse anbelangt, bezieht Oscar Hertwig folgende Position: "Von der Erbmasse ist uns die feinere Organisation, da sie ganz dem Molekulargebiet angehört, absolut unbekannt. Nägeli und Weismann haben zwar den Versuch gemacht, sich eine Organisation auszudenken. Um zu beurteilen, was durch solche Versuche erreicht werden kann, möge man erwägen, was vor 100 Jahren wohl ein Forscher zu Wege gebracht haben würde, der sich vorgenommen hätte, auf spekulativem Wege die Zellen- und Gewebelehre zu erfinden und die Wirkungsweise der Organe aus ihrer elementaren Zusammensetzung zu begreifen! Wir haben es daher vorgezogen, uns in dieser Frage nur sehr vorsichtig auszudrücken und nur die Vermutung auszusprechen, daß die Substanz, welche so verwickelte Erscheinungen hervorzurufen imstande ist, eine sehr komplizierte mizellare Organisation oder einen Aufbau aus zahlreichen, verschiedenartigen, selbsttätig wachsenden und sich vermehrenden Elementareinheiten (Idioblasten oder Bioblasten) aufweisen müsse. Aber es ist gar nicht ausgeschlossen, daß das Verfahren, mit dem die Natur ihre Wirkungen hervorbringt, ein viel einfacheres oder wenigstens ein anders geartetes ist, als wir uns vorstellen." (Allgemeine Biologie, S. 589.)
- 58) Carl Wilhelm von Naegeli: Mechanisch-physiologische Theorie der Abstammungslehre. München 1884.

ausschließlich spekulativ vorgehender Forscher, zu Hertwigs geistigem Wegbereiter werden konnte.⁵⁹⁾

Auch der chronologische Aspekt für sich genommen gibt einen gezielten Hinweis auf das Verhältnis, in welchem Theorie und Praxis bei Oscar Hertwig stehen, wodurch gleichzeitig das eben Ausgeführte untermauert wird. Wenn sich Hertwig entschlossen hat, ein bestimmtes Gebiet zu erforschen, beginnt er regelmäßig mit Beobachtungen und Versuchen, gleichsam als Basis und Voraussetzung für eine meist erst erheblich später erfolgende theoretische Behandlung des Themas. Zwei Beispiele dazu seien genannt: Bereits ab 1878 hat sich Hertwig dem Studium der Keimblätter zugewandt. Bis 1886 erscheinen zahlreiche Abhandlungen über Versuche und Experimente an den verschiedensten Tierklassen, doch erst ab 1900 behandelt Hertwig theoretische Probleme der Keimblattlehre.⁶⁰⁾ Noch eindrücklicher dokumentiert der Komplex "Befruchtung - Vererbung" diese Vorgehensweise. Obwohl sich Hertwig schon von 1875 an mit dem Befruchtungsgeschehen befaßt, verarbeitet er seine umfang-

59) Vgl. Franz Keibel, a.a.O., S. 372 u. 377. Siehe ferner: Richard Weissenberg, a.a.O., S. 30. Gerade in seinem Lehrbuch "Allgemeine Biologie" zitiert Oscar Hertwig Naegeli ausgesprochen häufig. Vgl. besonders: S. 50-55, 354-363 (Aussagen zu Vererbungsvorstellungen Naegelis), 582-593 (Beschaffenheit des Idioplasmas). Im Vorwort zu "Das Werden der Organismen" (Jena 1916), das als das große Alterswerk Oscar Hertwigs gilt, findet sich ein Resümee zu Carl Wilhelm von Naegeli: "Dagegen fand ich mich in erfreulicher Uebereinstimmung mit den Gedankengängen, die der geistreiche Botaniker Nägeli in dem tiefdurchdachten Werk: 'Die mechanisch-physiologische Theorie der Abstammungslehre' (1884) als Zusammenfassung und als kritisches Endergebnis seiner botanischen Studien entwickelt hat. Ich erkenne in ihm den bedeutendsten Versuch, die Lehre vom Werden der Organismen wieder auf gesunde, naturwissenschaftliche Grundlagen zurückzuführen und die unhaltbar gewordene Selektionstheorie durch die Lehre von der direkten Bewirkung zu ersetzen. In seinem Buch liegen zugleich manche fruchtbaren Keime für die vorzüglichen Untersuchungen der modernen Pflanzenphysiologie, in welchen neue Wege der Forschung beschritten worden sind." (S. V).

60) Vgl. Günter Tembrock, a.a.O., S. 212.

reichen Versuchsergebnisse erst ab 1890 (von einer Ausnahme abgesehen) zu Hypothesen und Theorien. Diese Zeitspanne von 1875 bis 1890 beschreibt er selbst wie folgt: "Wenn ich von meiner kleinen Schrift über eine Theorie der Vererbung⁶¹⁾ absehe, bin ich in meinen verschiedenen Abhandlungen, welche mehrere Seiten unseres Themas berührt haben, auf theoretische Auseinandersetzungen möglichst wenig eingegangen und habe mich darauf beschränkt, die jedesmal beobachteten Thatsachen zu beschreiben, zu deuten und möglichst scharf zu formulieren."⁶²⁾

Auf welche Weise arbeitet nun ein Forscher, dessen Lebensziel, wie Weissenberg es ausgedrückt hat, die morphologische Wissenschaft sein sollte?⁶³⁾ Welcher Natur sind die Beweise, auf die der Empiriker Oscar Hertwig seine Aussagen stützt? Als eine Grundsäule der morphologischen Arbeitsweise muß zweifellos das Mikroskop angesehen werden. Mikroskopische Präparate sachgerecht zu betrachten und auszuwerten, dürfte Oscar Hertwig wohl keinerlei Schwierigkeiten bereitet haben, da er von einem Meister dieses Faches, Max Schultze, in die mikroskopische Technik eingewiesen worden war.⁶⁴⁾

Bald jedoch erschien es Hertwig unzureichend, ausschließlich lebende Objekte zu beobachten. Vor allem hielt er, aufgrund der unvollkommenen Technik, keine stichhaltigen Beweise in seinen Händen, um seine Versuchsergebnisse exakt zu belegen. So wurde Oscar Hertwig zum Pionier einer neuen Technik, "indem er als erster die Beobachtung des lebenden Objektes durch gefärbte Dauerpräparate nach der Bonner Methodik ergänzte."⁶⁵⁾ Dennoch ging es Hertwig nicht nur um dauerhafte Beweise. Rasch hatte er erkannt, daß mit Hilfe der neu entwickelten Färbetechnik Zellbestandteile sichtbar gemacht werden konnten, die ohne die Anwendung von

61) Oscar Hertwig: Das Problem der Befruchtung und der Isotropie des Eies, eine Theorie der Vererbung. In: Jena. Zschr. Naturwiss. 18 (1885), S. 276-318.

62) Oscar Hertwig: Vergleich der Ei- und Samenbildung bei Nematoden, a.a.O., S. 77.

63) Richard Weissenberg, a.a.O., S. 16.

64) Vgl. Kap. 1, S. 8 dieser Arbeit; vgl. ferner: Allgemeine Biologie, S. 19.

65) Richard Weissenberg, a.a.O., S. 33.

Reagentien dem Auge verborgen blieben. Deshalb fordert er, nicht nur die optischen, sondern vor allem die chemischen Untersuchungsmethoden zu verfeinern.⁶⁶⁾ Obgleich die Chemie und ganz besonders die Eiweißkörperchemie in seinen Augen noch ganz und gar in den Kinderschuhen steckt⁶⁷⁾, verspricht er sich viel von einer weiterentwickelten Zellchemie. Dabei hat Hertwig besonders die Färbetechnik im Auge und nennt als konkrete Möglichkeit die farbenanalytische Methode Ehrlichs.⁶⁸⁾ Überlassen wir Hertwig selbst das Wort, die Situation um 1875 am Beispiel zu beschreiben: "Um bei der Eifurchung in die Veränderungen, welche im Dotter und namentlich im Kern, sich abspielen, einen Einblick zu gewinnen, haben sich meist die älteren Forscher und in der neueren Zeit auch Auerbach auf die Beobachtung eines geeigneten Objectes im frischen Zustande beschränkt. Wie wir indessen aus dem Folgenden sehen werden, ist diese Untersuchungsweise, für sich allein ausgeübt, durchaus nicht im Stande uns mit den Veränderungen bei der Theilung bekannt zu machen. Denn viele Vorgänge entziehen sich bei der Beobachtung des lebenden Objectes der Wahrnehmung deswegen, weil auf gewissen Entwicklungsstadien der Kern und die ihn zunächst umgebenden Dottertheile von so gleichartiger Lichtbrechung werden, dass sie selbst mit guten Mikroskopen nicht mehr unterschieden werden können. Hier ist es denn geboten, die in der mikroskopischen Technik gebräuchlichen Reagentien bei der Untersuchung mit zu Hülfe zu ziehen. Durch sie allein können wir die im frischen Zustande nicht mehr wahrnehmbaren Verschiedenheiten zwischen dem Kern und der ihn umgebenden Substanz künstlich steigern und für unser Auge wieder erkennbar machen, indem wir entweder durch Säuren die Eiweisskörper in verschiedener Weise zur Gerinnung bringen oder ihre verschiedene Imbibitionsfähigkeit in Färbungsflüssigkeit zu ihrer Unterscheidung benutzen."⁶⁹⁾

66) Vgl. Allgemeine Biologie, S. 11.

67) Vgl. ebenda, S. 16.

68) Vgl. ebenda, S. 17. Vgl. ferner Oscar Hertwig: Das Werden der Organismen. Jena 1922, S. 35f.

69) Oscar Hertwig: Beiträge (1875), S. 398f.

Um die Zellteilungs- und Befruchtungsvorgänge aufzuklären, fixierte Hertwig die Objekte in Osmiumsäure oder Essigsäure und färbte sie anschließend mit Bealeschem Carmin. Mit dieser Kombination gewann er die besten und lehrreichsten Präparate.⁷⁰⁾ Obwohl Oscar Hertwig die neue Technik uneingeschränkt begrüßt, begeht er trotzdem nicht den Fehler, ihr unkritisch gegenüberzutreten. Ganz bewußt weist er auf mögliche Fehlerquellen hin: "Denn durch Gerinnung und Färbung können auch kleinste Substanzteilchen in der Zelle auf das schärfste sichtbar und zugleich von anderen chemisch verschiedenen Körpern differenziert werden. Allerdings wird man sich hier mehr, als es häufig geschieht, den so erhaltenen künstlichen und viel deutlicher gewordenen Strukturbildern gegenüber sehr kritisch zu verhalten haben und wird stets prüfen müssen, ob man eine schon im lebenden Protoplasma präformierte und durch Reagentienwirkung nur erkennbar gemachte, oder ob man eine im Leben gar nicht vorhanden gewesene, nur durch die Konservierung hervorgerufene Struktur, ein Artefact, vor sich habe. Die erstere ist von Wert, die letztere belanglos."⁷¹⁾

70) Vgl. Oscar Hertwig: Beiträge (1875), S. 382 u. 407. Beabsichtigte Hertwig, besonders die Veränderungen des Kernes darzustellen, bevorzugte er Osmiumsäure, während die strahlige Differenzierung des Protoplasmas durch Essigsäure- oder Chromsäurelösung deutlicher zum Vorschein kam. Zur Kernfärbung, die Hertwig in erster Linie interessiert, bemerkt er folgendes: "Die Kunst des Färbens oder Tingierens ist jetzt schon soweit ausgebildet worden, daß es leicht gelingt, das Chromatin des Kernes allein durch irgendeine Färbung scharf hervorzuheben, während der übrige Inhalt des Kernes und der Protoplasmakörper entweder vollständig farblos bleiben oder nur sehr wenig mitgefärbt sind. Auf diese Weise gelingt es, selbst Chromatinteilchen, die nur die Größe eines Bakteriums etwa besitzen, in relativ großen Protoplasmakörpern kenntlich zu machen, wie zum Beispiel die winzigen Köpfe von Samenfäden oder die Chromosomen der Richtungsspindel mitten im Körper großer Eizellen." (Allgemeine Biologie, S. 30.)

Vgl. hierzu Anhang 1.

71) Allgemeine Biologie, S. 19f.

Auch unterliegt Hertwig nicht dem weitverbreiteten Übel, die bevorzugte Methode zu verabsolutieren und dabei gleichzeitig alle anderen zu vernachlässigen. Wie schon an anderer Stelle deutlich wurde, strebt er grundsätzlich eine Synthese der Methoden an. In der Synthese und nicht in extremen Positionen liegt nach Hertwig der Schlüssel zum Erfolg. "Wenn somit nicht in Abrede gestellt werden kann, dass an zweckmässig behandelten Präparaten vieles besser als am lebenden Objecte erkannt werden kann, so darf deswegen dennoch die Untersuchung im frischen Zustand nicht unterschätzt oder gar bei Seite geschoben werden. Um die einzelnen durch Reagentien conservirten Entwicklungsstadien recht zu deuten, müssen wir zuvor an einem lebenden Objecte den ganzen Furchungsprocess verfolgt und gesehen haben, wie die besonders charakteristischen Stadien entstehen und in andere sich umwandeln. Die Untersuchung der Eifurchung im frischen Zustand muss die Grundlage bilden, an welche sich dann weiterhin die durch Reagentien erhaltenen Bilder bestätigend und ergänzend anschliessen."⁷²⁾ Zu erwähnen bleibt noch, daß Hertwig sehr darauf achtet, die Versuchsergebnisse der einzelnen Methoden säuberlich getrennt und nacheinander aufzuzeichnen, um jegliche Verwirrung von vornherein auszuschließen.⁷³⁾ Jedem Forscher und Interessierten soll es ermöglicht werden, den Versuchsablauf Schritt für Schritt nachzuvollziehen und die Befunde zu überprüfen.

Oscar Hertwig beschränkte sich indessen nicht auf die bereits vorhandenen Arbeitsmethoden, sondern strebte beständig danach, den Methodenschatz der morphologischen Wissenschaft noch zu bereichern. Das noch wenig beachtete Feld der experimentellen Untersuchungen schien ihm dazu besonders geeignet. So führte er ab 1885 Bastardierungsversuche durch, arbeitete ab 1897 mit der Zentrifuge und bestrahlte von 1909 an Gameten mit Radium und Mesothorium.⁷⁴⁾ Über die ausgedehnten experimentellen Untersuchungen am Seeigel-

72) Oscar Hertwig: Beiträge (1875), S. 399.

73) Vgl. ebenda, S. 399 unten.

74) Vgl. Victor Franz, a.a.O., S. 10.

Ei schreibt Weissenberg: "Diese Arbeiten sind, abgesehen von den erzielten aufschlußreichen Resultaten, auch darum von hoher Bedeutung, weil sie zu den ersten Untersuchungen gehören, bei denen die experimentelle Methode zur Unterstützung morphologischer Forschung planmäßig herangezogen worden ist."⁷⁵⁾

Erinnert man sich daran, daß Oscar Hertwig in Jena Schüler von Gegenbaur war, überrascht es wohl nicht, daß er die vergleichend-anatomische Forschungsmethode seines Lehrers eifrig gepflegt und ausgebaut hat.⁷⁶⁾ Als vordringlichstes Anwendungsgebiet dieser Methode sah er die Entwicklungslehre an, gleichzeitig aber daran erinnernd, daß auch sie nur im Verein mit allen anderen Methoden gründlich zu erforschen sei.⁷⁷⁾ Im Vorwort zu seinem Lehrbuch der Entwicklungsgeschichte schreibt Hertwig zum Methodenproblem: "Zur Lösung meiner Aufgabe habe ich in dem vorliegenden Lehrbuch die vergleichende Forschungsmethode in den Vordergrund gestellt. Dadurch sehe ich mich in keinem Gegensatz zu einer anderen Richtung der embryologischen Forschung, welche den Schwerpunkt in die physiologische oder mechanische Erklärung der tierischen Körperformen legt. Eine solche Richtung halte ich für voll berechtigt und einer vergleichend-morphologischen Richtung so wenig entgegengesetzt, daß ich vielmehr glaube, daß erstere durch letztere die nachhaltigste Förderung in ihren Aufgaben erfahren kann."⁷⁸⁾ Lassen wir Oscar Hertwig mit seinen eigenen Worten erläutern, worin er die der vergleichenden Forschungsmethode eigenen Vorzüge erblickt: "Was wir von der Entwicklung des Menschen der Natur der Sache nach nicht erfahren können, suchen wir durch die Untersuchung anderer Wirbeltiere zu erschliessen." "Denn so erlernte man das Allgemeine und Wichtige vom Nebensächlichen und Unwichtigen unterscheiden und die Entwicklungsgesetze in ihrer Allgemeinheit verstehen."⁷⁹⁾

75) Richard Weissenberg, a.a.O., S. 23.

76) Vgl. ebenda, S. 16.

77) Immer wieder äußert Oscar Hertwig seine Überzeugung, daß die Wissenschaft nur durch eine Synthese verschiedener Methoden erfolgreich fortschreiten kann.

78) Lehrbuch der Entwicklungsgeschichte, S. VI.

79) Ebenda, S. 2f.

Welchen herausragenden Stellenwert der vergleichende und experimentelle Zweig der morphologischen Wissenschaft bei Oscar Hertwig einnimmt, wird auch am Titel seines Handbuches offenbar, das er "Handbuch der vergleichenden und experimentellen Entwicklungslehre der Wirbeltiere" nennt.⁸⁰⁾

Zum Abschluß dieses Teilkapitels soll noch kurz gefragt werden, wie Oscar Hertwig die Arbeitsweise anderer Forscher beurteilt. Wenn man darauf achtet, wie gründlich Hertwig arbeitet, läßt sich fast erahnen, daß sicherlich nicht alle Wissenschaftler seinen Qualitätsanforderungen gerecht geworden sind. Zum einen beanstandet er mehrfach eine unsachgemäße Darstellung, vor allem werden Befund und Beurteilung in seinen Augen nicht ausreichend getrennt.⁸¹⁾ Zum anderen hält er ihnen vor, oberflächlich zu beobachten sowie Tinktionsmethoden und mikrochemische Reaktionen unzureichend anzuwenden.⁸²⁾ Darin erblickt Hertwig auch den Hauptgrund, daß häufig unterschiedliche bzw. widersprüchliche Versuchsergebnisse zustande kommen. Mit Gedanken und Erwartungen zu dieser Problematik beschließt Oscar Hertwig seine Habilitationsschrift. Seine Worte sollen auch am Schluß dieses Kapitels über das Methodenproblem stehen: "Aus der vorliegenden Besprechung ist ersichtlich, dass wenn auch die Endresultate, zu welchen die verschiedenen Untersuchungen über das Verhalten des Kerns bei der Eitheilung geführt haben, sich vielfach widersprechen, so doch die denselben zu Grunde liegenden Beobachtungen eine Vereinbarung zulassen. Wie ich glaube gezeigt zu haben, sind die Widersprüche in den Literaturangaben hauptsächlich darauf zurückzuführen, dass bald ein mehr, bald ein weniger geeignetes Beobachtungsobject benutzt und dass bald die Untersuchung allein im frischen Zustande, bald auch mit Benutzung verschiedener Reagentien vorgenommen

80) Handbuch der vergleichenden und experimentellen Entwicklungslehre der Wirbeltiere. Hrsg. v. Oscar Hertwig. Jena 1906.

81) Vgl. Oscar Hertwig: Beiträge (1875), S. 396; Beiträge (1877), S. 62.

82) Vgl. Oscar Hertwig: Beiträge (1875), S. 372.

worden ist. ... und lässt es sich daher erwarten, dass in der Folgezeit über zahlreichere Objecte ausgedehnte Untersuchungen bei Anwendung geeigneter Methoden auch zu übereinstimmenden Resultaten führen werden."⁸³⁾

4. Ist Oscar Hertwig Mechanist oder Vitalist?

Wie die beiden Schlagwörter in dieser Frage wohl mühelos erraten lassen, wird sich dieses Kapitel mit dem philosophisch-naturwissenschaftlichen Problem befassen, ob alle Naturerscheinungen kausal-mechanisch zu erklären sind oder ob den Lebensvorgängen eine andere Gesetzmäßigkeit innewohnt, etwa in Form eines immateriellen, finalen Prinzips. Es handelt sich hierbei um eine Fragestellung, die die Gelehrten schon in der Antike bewegt hat.⁸⁴⁾ Ihren Höhepunkt erreichte die Auseinandersetzung jedoch im 19. Jahrhundert, als der naturwissenschaftliche Materialismus, ausgezeichnet durch eine extrem mechanistische Weltanschauung, versuchte, den Vitalismus in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts gänzlich zu verdrängen. So kam es um die Jahrhundertwende als Gegenreaktion zu einer Erneuerung im Neovitalismus (Eduard v. Hartmann, Hans Driesch⁸⁵⁾, Johannes Reinke, Jacob v. Uexküll u.a.), der die Ganzheit und Zweck-

83) Oscar Hertwig: Beiträge (1875), S. 432; vgl. dazu auch: Beiträge (1875), S. 425; Beiträge (1877), S. 55.

84) So wäre Aristoteles, der zur Erklärung des Lebendigen eine besondere formende Lebenskraft, die Entelechie, heranzog, als erster Vitalist zu bezeichnen, während Demokrit mit seiner Atomlehre den Grundstein zum Mechanismus gelegt hat. Vgl. hierzu: Hans Joachim Störig: Kleine Weltgeschichte der Philosophie. Bd. 1. Stuttgart 1976. S. 138-140, 181-185; Bd. 2. S. 236.

85) Vgl. Hans Driesch: Der Vitalismus. Leipzig 1905.

mäßigkeit des Organischen gegenüber dem Anorganischen hervorhob.⁸⁶⁾ Da Oscar Hertwigs Forschungstätigkeit in diese Epoche fällt, drängt sich die Frage geradezu auf, welcher der eben kurz skizzierten Weltanschauungen Hertwig zuneigt.

Das Werk Hertwigs nach Äußerungen zum Vitalismus durchsuchend, trifft man vielfach auf Textstellen, aus denen eindeutig hervorgeht, daß er unter keinen Umständen als Vitalist angesehen werden möchte. Er beruft sich dabei vor allem auf Auguste Comte, Claude Bernard, Wilhelm Pfeffer und Carl Wilhelm von Naegeli⁸⁷⁾, die einen ähnlichen Standpunkt einnehmen. Im wesentlichen sind es drei Argumente, mit denen sich Hertwig vom Vitalismus distanziert.

Einen prinzipiellen oder fundamentalen Gegensatz zwischen belebter und unbelebter Natur lehnt Hertwig mit folgender Begründung ab: "Wenn daher der Vitalismus aus den Schwierigkeiten, auf die er bei der Erklärung der Lebensvorgänge der Zelle aus den Wirkungen ihrer einfacheren stofflichen Komponenten stößt, einen prinzipiellen Gegensatz zwischen belebter und unbelebter Natur herleiten will, so übersieht er, daß die gleichen Schwierigkeiten auch in der Chemie bestehen, wenn ein komplizierteres materielles System in seinen Wirkungen aus den es zusammensetzenden

86) Vgl. Hans Joachim Störig, Bd. 2, a.a.O., S. 106, 211-213, 235-237, 245-248, 262.

Zur heutigen Sicht des Vitalismus-Mechanismus-Problems vgl.: Wörterbuch medizinischer Grundbegriffe. Hrsg. v. Eduard Seidler. Freiburg 1979, S. 185f.: "Der früher philosophisch so bedeutsame Gegensatz von Vitalismus und Mechanismus bzw. die Frage nach einer möglichen Reduktion der Phänomene des Lebendigen auf physikalische und chemische Eigenschaften der beteiligten Moleküle ist heute als semantisches Scheinproblem erkannt. Im biologischen Bereich kommen die Wirkungsmöglichkeiten der genetischen Information hinzu, die bei unbelebter Materie nicht existiert. Diese neue Potenz ist eine Folge bestimmter Komplexität und insofern mehr als die übliche Physik und Chemie, andererseits ist diese Komplexität natürlich in Molekularstrukturen realisiert und insofern auch eine Eigenschaft der Materie." Vgl. ferner Gunter Mann: Neovitalismus. In: Med. hist. J. 18 (1983), S. 376-383.

87) Vgl. Oscar Hertwig: Das Werden der Organismen. Jena 1916, S. 23.

Elementen erklärt werden soll."⁸⁸⁾ Obwohl Hertwig beträchtliche Unterschiede zwischen der unbelebten und belebten Körperwelt annimmt, sind sie nach seiner Überzeugung jedoch nur gradueller Natur.

Das zweite Argument bezieht sich auf den Begriff "Lebenskraft" (*Vis vitalis*): "Wie ich schon bei verschiedenen Gelegenheiten in meinen Schriften⁸⁹⁾ hervorgehoben habe, so teile ich im allgemeinen die Einwände, die gegen den Begriff der Lebenskraft von Rudolph Hermann Lotze, Emil du Bois-Reymond, Arthur Schopenhauer u.a. erhoben worden sind."⁹⁰⁾ Unter "Einwände" versteht Hertwig in erster Linie, daß der "Kraftbegriff", im vitalistischen Sinne angewandt, nichts zur Erklärung der Lebenserscheinungen beigetragen hat, denn "Kraft" kann nicht konkret erfahren oder wahrgenommen werden.⁹¹⁾ Verständlicherweise muß ein derartiger Begriff gerade vom Morphologen zurückgewiesen werden, der ja die sinnliche Wahrnehmung der zur Untersuchung dienenden Objekte voraussetzt.⁹²⁾ Anstelle des Begriffes "Kraft", im physikalischen oder physiologischen Sinne verstanden

88) Werden der Organismen, S. 53; vgl. auch S. 23 u. 44.

89) Vgl. Oscar Hertwig: Zeit- und Streitfragen der Biologie. Heft 2: Mechanik und Biologie. Mit einem Anhang: Kritische Bemerkungen zu den entwicklungsmechanischen Naturgesetzen von Wilhelm Roux. Jena 1897. Siehe besonders S. 45-61 (zum Begriff der Kraft mit Zitaten von Rudolph Hermann Lotze, Arthur Schopenhauer, Carl Wilhelm von Naegeli und Emil du Bois-Reymond).

90) Werden der Organismen, S. 21; vgl. auch S. 42, ferner: Allgemeine Biologie, S. 18

So schreibt beispielsweise du Bois-Reymond in seiner Streitschrift "Ueber die Lebenskraft": "Die Kraft ist nichts Wirkliches, wie der Vitalismus es sich denkt, nicht ein mit dem materiellen Substrat zusammengefügt, die Materie, wie sie unseren Sinnen erscheint ausmachendes Wesen, welches auch von der Materie getrennt selbständig fortbestehen kann. Sie ist nichts, als eine zur scheinbaren Befriedigung unseres Kausalitätsbedürfnisses eingebildete Ursache von Veränderungen, welche selber das einzig Wirkliche sind, das wir wahrnehmen." (Werden der Organismen, S. 22; vgl. Erich Metze (Hrsg.): Ueber die Lebenskraft. Ein Glaubensbekenntnis von Emil du Bois-Reymond. Brackwede 1909, S. 9-11).

91) Vgl. Werden der Organismen, S. 21-23.

92) Vgl. ebenda, S. 32.

als die den Stoffen innewohnenden Kräfte, spricht Hertwig von Wirkungen bzw. Wirkungsweisen⁹³⁾, da nur diese wahrgenommen und wissenschaftlich analysiert werden können.⁹⁴⁾

Als drittes Argument sei angeführt, daß Hertwig das Kausalitätsgesetz eindeutig bejaht.⁹⁵⁾ Auf Hertwigs Verständnis von Kausalität im einzelnen werde ich gegen Ende dieses Kapitels ausführlicher zu sprechen kommen.

Nachdem wir Oscar Hertwigs Standpunkt dem Vitalismus gegenüber kennengelernt haben, bleibt nun zu klären, wie er die mechanistische Betrachtungsweise innerhalb der Naturwissenschaften beurteilt. Hören wir ihn selbst dazu: "Ebenso wenig wie die vitalistische kann ich freilich auch die chemisch-physikalische oder mechanistische Richtung gutheißen⁹⁶⁾, wenigstens nicht in der Form, wie sie von einigen extremen Wortführern vertreten wird."⁹⁷⁾ Namentlich zitiert Oscar Hertwig den amerikanischen Forscher Jacques Loeb, der "in den chemischen Vorgängen im Organismus Nichts (erblickt), dessen Beherrschung der chemischen Technik unmöglich wäre, ..." ⁹⁸⁾, ein Standpunkt, der Loeb dazu ver-

93) Vgl. Werden der Organismen, S. 42; vgl. ferner: Oscar Hertwig: Die Entwicklung der Biologie im 19. Jahrhundert. 2. Aufl. Jena 1908, S. 26.

94) Vgl. Werden der Organismen, S. 49.

95) Ebenda, S. 53: "Zum Gegenstand naturwissenschaftlicher Forschung können wir nur die unserer Sinnenwelt zugänglichen Erscheinungen machen, indem wir ihre Beziehungen zueinander nach dem Verhältnis von Ursache und Wirkung erkennen und genau bestimmen. Dagegen bleibt uns die Kraft selbst, durch welche die Ursache die Wirkung hervorbringt, nach wie vor ein Fremdes und Unbekanntes."

96) Vgl. Mechanik und Biologie, S. 2-9 (über Bestrebungen, alle Naturwissenschaft in Mechanik umzuwandeln), S. 90-94 (Überschätzung des Wertes mechanischer Betrachtungsweisen in der Biologie).

97) Werden der Organismen, S. 24; vgl. auch S. 48.

98) Ebenda, S. 24. Vgl. hierzu Jacques Loeb: Über den chemischen Charakter des Befruchtungsvorgangs und seine Bedeutung für die Theorie der Lebenserscheinungen. Vortrag geh. auf dem internationalen Zoologenkongreß zu Boston 1907; Jacques Loeb: Die chemische Entwicklungserregung des tierischen Eies. Berlin 1909.

leitet, selbst Vorgänge wie die Befruchtung als rein chemische Prozesse aufzufassen. Diese in seinen Augen völlig verfehlte Auffassung vom Befruchtungsgeschehen kritisiert Hertwig natürlich scharf.⁹⁹⁾ In die Gruppe der "extremen Wortführer" gehört auch der Physiologe Max Verworn, der die ganze Formbildung in chemische und physikalische Probleme auflöst. Morphologie und Physiologie degradiert er, quasi als Hilfswissenschaften, zu spezieller Physik und Chemie der Organismen.¹⁰⁰⁾

Worin besteht nun aber expressis verbis die "Todsünde" der Mechanisten, das für Hertwig unentschuldbare Vergehen?

Ohne Zweifel haben jene mechanistisch ausgerichteten Forscher das Herzstück von Hertwigs Lehr- und Forschungsgelände getroffen, indem sie rigoros ableugnen, was Hertwig als Hauptcharakteristikum des Lebendigen erkannt zu haben glaubt, daß nämlich "der lebende Organismus nicht nur ein Komplex chemischer Stoffe und ein Träger physikalischer Kräfte ist, sondern daß er noch außerdem eine besondere Organisation, eine Struktur besitzt, vermöge deren er sich von der unorganischen Welt ganz wesentlich unterscheidet."¹⁰¹⁾ Auf die spezifische Organisation der lebenden Substanz und ihre alles überragende Bedeutung unaufhörlich hinzuweisen, gehört zu den erstrangigen Anliegen Oscar Hertwigs.¹⁰²⁾

Spezifisch organisiert sind bei Hertwig alle Stufen und Formen stofflicher Verbindungen innerhalb des Organismenreiches, angefangen bei den Bioblasten¹⁰³⁾, womit die

99) Vgl. Allgemeine Biologie, S. 343f. Oscar Hertwigs Auffassung vom Befruchtungsprozeß ist im 3. Kapitel ausführlich dargestellt.

100) Vgl. Werden der Organismen, S. 25. Vgl. dazu Max Verworn: Allgemeine Physiologie. Jena 1895.

101) Werden der Organismen, S. 25.

102) Wie ein roter Faden zieht sich die Vorstellung von der "Organisation der lebenden Substanz" durch alle Schriften und Bücher, eindeutiges Dokument für ihren Stellenwert in Hertwigs Schaffen.

103) Vgl. Allgemeine Biologie, S. 54: "Der Bioblast ist eine Lebenseinheit, die unter der Grenze des mikroskopisch Sichtbaren liegt, dabei aber von den Atomen und Molekülen der Chemie und Physik durch seine Lebenseigenschaften (Assimilation, Wachstum und Vermehrung durch Teilung) streng unterschieden ist."

hypothetisch angenommen, elementaren Lebenseinheiten gemeint sind, die den Zellenorganismus aufbauen. Das Protoplasma verfügt auch nach Hertwig über eine bestimmte Anzahl chemischer und physikalischer Eigenschaften, wesentlich sind jedoch die biologischen.¹⁰⁴⁾ Energisch widerspricht er Max Verworn, der das Protoplasma als Emulsion auffaßt¹⁰⁵⁾, mit folgender Begründung: "Wie Naegeli und viele andere Forscher, sind wir der Überzeugung, daß die komplizierten Erscheinungen des Lebensprozesses, vor allen Dingen der Vererbung, nicht aus den Eigenschaften von Flüssigkeiten oder gelösten Stoffen erklärbar sind."¹⁰⁶⁾ Das Beispiel par excellence für "spezifische Organisation der lebenden Substanz" erblickt Oscar Hertwig im Zellenorganismus. Das Gesamt der in ihm ablaufenden Vorgänge nennt Hertwig einen der "mechanischen Erkenntnis sich absolut entziehenden Faktor, welcher aber von allen der wichtigste ist."¹⁰⁷⁾

Eine "spezifische Organisation der lebenden Substanz" vorauszusetzen, ist indessen nicht nur für den Morphologen und sein Reich der stofflichen Verbindungen und Strukturen essentiell, sondern gleichermaßen für den Physiologen, um die überaus komplexen Funktionen bzw. Wirkungsweisen¹⁰⁸⁾, (um mit Hertwig zu sprechen), auch nur annähernd erklären zu können: "In derselben Weise, ..., gibt es wohl keine Funktion der Lebewesen, die sich als rein chemisch-physikalisches Problem behandeln ließe. Ueberall spielen Wirkungsweisen mit hinein, die mit der komplizierten, spezifischen Organisation der lebenden Substanz zusammenhängen und sich daher von den Wirkungen, die durch die ein-

104) Vgl. Allgemeine Biologie, S. 13.

105) Vgl. ebenda, S. 15.

106) Ebenda, S. 16.

107) Ebenda, S. 551; vgl. auch S. 18f.

108) Vgl. Werden der Organismen, S. 42f. Unter "Funktionen" versteht Hertwig vor allem folgende: Die Vorgänge bei der Ontogenese, Fortpflanzung, Vererbung, Stoffwechsel, Irritabilität (Chemotaxis, Phototaxis, Geotropismus), psychische Tätigkeiten, Bewußtsein und Gedächtnis.

Vgl. ferner: Allgemeine Biologie, S. 551.

facheren materiellen Systeme der unbelebten Natur hervorgerufen werden, mehr oder minder weit unterscheiden."¹⁰⁹⁾

Es muß nochmals betont werden, daß Oscar Hertwig diese Unterschiede gleichwohl ausschließlich als graduelle auffaßt. Wegen der häufigen Mißverständnisse sieht er sich genötigt, noch einmal eigens darauf hinzuweisen, die entsprechende Begründung sogleich anfügend: "In diesem Punkt ist übrigens kein prinzipieller Unterschied zwischen lebloser und belebter Körperwelt gegeben. Es brauchte dies eigentlich kaum hervorgehoben zu werden, wenn nicht von mancher Seite gleich das Gespenst des Vitalismus bei der Feststellung solcher Unterschiede erblickt würde. Denn auch in der leblosen Natur ist, wie bei den lebenden Organismen, die Konfiguration des materiellen Systems für die von ihm ausgehenden Wirkungsweisen mitbestimmend."¹¹⁰⁾

Soviel dürfte feststehen, daß Oscar Hertwig weder Mechanist noch Vitalist genannt werden kann. Doch es soll nicht bei dieser negativen Antwort auf die Frage der Kapitelüberschrift bleiben. Auch Hertwig hat sich damit nicht zufriedengegeben, sondern eine mögliche Alternative zu den beiden extremen Positionen aufgewiesen. Nachdem Hertwig seine Sicht des Vitalismus-Mechanismus-Problems¹¹¹⁾ dar-

109) Werden der Organismen, S. 44.

110) Ebenda, S. 44.

111) Ebenda, S. 25: "In dem Streit, welcher schon lange Zeit die Naturwissenschaft beschäftigt hat und gelegentlich immer wieder mit neuem Eifer und neuen Truppen hier zugunsten vitalistischer, dort mechanistischer Weltanschauung, zugleich auch über Wesen und Bedeutung der Organisation geführt wird, handelt es sich in meinen Augen zurzeit hauptsächlich um eine verschiedene Beurteilung des Verhältnisses, in welchem die biologischen Wissenschaften auf der einen Seite und die exakten Wissenschaften der Chemie und der Physik auf der anderen Seite in ihren Aufgaben und Zielen zueinander stehen. Während der Vitalismus dazu neigt, zwischen belebter und unbelebter Natur einen prinzipiellen Gegensatz anzunehmen, will die mechanistische Richtung keine Unterschiede zwischen beiden anerkennen oder bemüht sich wenigstens, dieselben zu verwischen; sie will die Aufgaben des Biologen auf diejenigen des Chemikers und Physikers zurückführen."

gelegt hat, formuliert er seinen Standpunkt in dieser bedeutungsvollen Frage folgendermaßen: "Zwischen der vitalistischen und der mechanistischen Richtung in der Lebensforschung besteht indessen noch eine dritte Richtung, welcher ich mich anschließe und welche ich als die biologische bezeichnen will. Indem diese die Unterschiede zwischen der unbelebten und der belebten Körperwelt, auch wenn sie nur graduelle sind, nicht übersieht, betont sie die Eigenart biologischer Aufgaben und betrachtet die Morphologie und Physiologie der Lebewesen als selbständige, der Chemie und Physik koordinierte Grundwissenschaften."¹¹²⁾

Die "Eigenart biologischer Aufgaben" besteht in erster Linie darin, jene Gesetze (z.B. das Gesetz der organischen Entwicklung) zu erforschen, die in der anorganischen Natur nicht vorkommen und sich in der organischen Natur den chemisch-physikalischen Gesetzen überlagern.¹¹³⁾ Zwangsläufig

112) Werden der Organismen, S. 25f. Vgl. ferner: ebenda, S. 47 u. 52: In diesem Zusammenhang beruft sich Hertwig auf Claude Bernard, Auguste Comte, Carl Ernst von Baer, Wilhelm Pfeffer, Eduard von Hartmann sowie den Physiker Walther Hermann Nernst, die ebenfalls eine biologisch-organismische Betrachtungsweise vertreten. Vgl. hierzu Wilhelm Pfeffer: Handbuch der Pflanzenphysiologie. Leipzig 1897. Siehe bes. S. 3 u. 52.

113) Vgl. Eduard v. Hartmann: Grundriß der Naturphilosophie. Bad Sachsa im Harz 1907, S. 34f.

sehen die Vertreter der biologischen Richtung in Chemie¹¹⁴⁾ und Physik¹¹⁵⁾ Disziplinen, die hier an ihre Grenzen stoßen. Nur mit den Methoden der Morphologie und Physiologie können spezifische Struktur und Wirkungsweisen näher erforscht werden, weshalb diese beiden Fächer als gleichberechtigte Grundwissenschaften eingestuft werden.¹¹⁶⁾

- 114) Werden der Organismen, S. 39f.: "An dem Organismus der Zelle scheitert auch die analytische und synthetische Kunst des Chemikers; denn wenn er auch aus der Zelle einzelne Eiweißkörper gewinnen und darstellen kann, so hat er dadurch eine chemische Analyse von der molekularen Organisation der lebenden Zelle, eines Samenfadens, eines Eies etc. noch lange nicht geliefert." Vgl. auch S. 50.

Vgl. weiterhin Allgemeine Biologie, S. 19: "Wenn es Aufgabe des Chemikers ist, die zahllosen Verbindungen der verschiedenartigen Atome zu Molekülen zu erforschen, so kann er, streng genommen, überhaupt nicht dem eigentlichen Lebensproblem näher treten. Denn dieses beginnt ja überhaupt erst da, wo seine Untersuchung aufhört. Über dem Bau des chemischen Moleküls erhebt sich der Bau der lebenden Substanz als eine weitere höhere Art von Organisation, ..." "Was hat in aller Welt chemische Wissenschaft, wie sie jetzt ist, mit dieser ganz neuen Welt von Organisationen des Stoffes zu tun, auf welchen erst die Lebenserscheinungen beruhen? Wollte sich der Chemiker zur Aufgabe stellen, auch diese zu erforschen, dann müßte er selbst Biologe, vor allem Morphologe werden, dann aber würden auch seine Arbeitsmethoden und Ziele durchaus andere und viel umfassendere sein."

- 115) Werden der Organismen, S. 43: "Dagegen gibt es andere Wirkungsweisen, die in der spezifischen Organisation der lebenden Substanz, in den komplizierten Systembedingungen von Stoffverbindungen begründet sind, wie sie in der leblosen Natur nicht vorkommen und nur in den Zellen und ihren Vereinigungen gegeben sind. Sie sind daher auch, solange es Physik gibt, überhaupt nie Gegenstand ihrer Untersuchungsweise geworden und lassen sich infolgedessen selbstverständlicherweise auch nicht physikalisch erklären, wie Fortpflanzung, Vererbung, Bewußtsein, Sinnes- und Denkvermögen. Auch hier bedingt die verschiedene Natur der zu erforschenden Gegenstände andere Untersuchungsmethoden und Betrachtungsweisen, als sie in der Physik für die Untersuchung der Wirkungsweisen der unbelebten Natur ausgebildet worden sind." Vgl. auch S. 51. Die Aufgaben und Grenzen der einzelnen naturwissenschaftlichen Disziplinen diskutiert Hertwig besonders ausführlich in: Oscar Hertwig: Die Entwicklung der Biologie im 19. Jahrhundert. 2. erweit. Aufl., Jena 1908, S. 24-29.
- 116) Vgl. Werden der Organismen, S. 27, 38, 50.

Um die biologisch-organismische Betrachtungsweise wenigstens in ihren Hauptmerkmalen vorzustellen, darf eines nicht unerwähnt bleiben. Gemeint ist die ausgesprochen differenzierte Auffassung von Kausalität¹¹⁷⁾, der Oscar Hertwig das 6. Kapitel seiner "Allgemeinen Biologie" widmet.¹¹⁸⁾ In diesem Kapitel sind einige philosophische Erörterungen zum Thema: "Das Kausalitätsgesetz in seiner Anwendung auf den Organismus"¹¹⁹⁾ zusammengestellt. Wie anders wäre auch der Widerspruch zu lösen, daß Oscar Hertwig einerseits nicht als Mechanist angesehen werden will, andererseits aber ganz auf dem Boden des Kausalitätsgesetzes steht: "So vollkommen unverständlich und mechanisch unerklärbar uns die meisten Lebensäußerungen der Zelle zurzeit noch erscheinen, so vollziehen sie sich doch - hierin stimmen Philosophen und Naturforscher untereinander überein - nach dem allgemeingültigen Kausalgesetz, kraft dessen jede Veränderung eines Zustandes die Wirkung von vorausgegangenen Ursachen ist und selbst wieder die Ursache für neue Veränderungen wird."¹²⁰⁾ Der Plural "Ursachen" löst denn auch schon den besagten Widerspruch. Hertwig unterscheidet nämlich zwischen einem auf Physik und Chemie angewandten Kausalgesetz, d.h. auf eine bestimmte Ursache folgt eine bestimmte Wirkung, und dem für die Biologie geltenden: Ein heterogenes Ursachegefüge hat ein komplexes Wirkungsgeschehen zur Folge.¹²¹⁾

117) Vgl. Mechanik und Biologie, S. 39-45 (zum Begriff der Kausalität).

118) Vgl. Allgemeine Biologie, S. 131-143.

119) Ebenda, S. 132.

120) Ebenda, S. 132.

121) Im Abschnitt "Die Bedeutung der vielen Ursachen" weist Hertwig noch einmal ausdrücklich auf den häufig begangenen Fehler hin, Monokausalität in der Biologie anzunehmen: "In der vorausgegangenen Darstellung wurde häufig von mehreren Ursachen gesprochen, die für das Zustandekommen einer Veränderung notwendig sind. Indem ich dies zum Schluß noch einmal besonders hervorhebe, will ich dadurch einer mißbräuchlichen Auffassung entgegenreten, die man nicht selten mit dem Begriff der Ursache verbindet. So ist man oft bestrebt, eine Veränderung als nur durch eine einzige Ursache veranlaßt darzustellen. Besonders häufig wird dieser Irrtum in der Biologie und zumal in der Entwicklungslehre begangen." (Allgemeine Biologie, S. 138.)

In der Annahme verschiedener Formen von Kausalität stützt sich Oscar Hertwig auf Arthur Schopenhauer, der seinerseits drei Arten von Kausalität unterscheidet.¹²²⁾ Der ersten Form von Kausalität, angewandt auf das unorganische Reich der Mechanik, Physik und Chemie, liegt die "Ursache im engsten Sinne" zugrunde. Der Reiz, als zweite Form der Kausalität, beherrscht das organische Leben, d.h. die Pflanzen und den vegetativen, daher bewußtlosen Teil des tierischen Lebens. Die dritte Form der Kausalität ist das Motiv: "Sie leitet das eigentlich animalische Leben, also das Tun, d.h. die äußeren, mit Bewußtsein geschehenden Aktionen aller tierischen Wesen."¹²³⁾ Während bei der ersten Form der Kausalität der Grad der Wirkung dem der Ursache angemessen ist, d.h. die eine sich aus der anderen berechnen läßt, stehen Ursache und Wirkung bei den anderen beiden Formen in keinem direkten quantitativen Verhältnis zueinander. Wenn Oscar Hertwig auch sagen kann: "Die Ursache ist komplizierter, die Wirkung heterogener, aber die Notwendigkeit, mit der sie eintritt, nicht um ein Haar breit geringer"¹²⁴⁾, so läßt er doch Schopenhauer hinzufügen: "Nur das Schema von Ursache und Wirkung ist uns geblieben: wir erkennen dieses als Ursache, jenes als Wirkung, aber gar nichts von der Art und Weise der Kausalität."¹²⁵⁾

122) Vgl. Allgemeine Biologie, S. 133f.

123) "Das Medium der Motive ist die Erkenntnis: die Empfänglichkeit für sie erfordert einen Intellekt." "Sie ist durch das Erkennen hindurchgehende Kausalität." Vgl. Arthur Schopenhauer: Die Welt als Wille und Vorstellung. Erster Band. Leipzig 1844, S. 21-24.

124) Allgemeine Biologie, S. 134.

125) Ebenda, S. 133. Zur daraus resultierenden Problematik führt Hertwig im Detail aus: "Bei den Organismen geht die Ursache nicht direkt in die Reizwirkung über, sondern erst durch Vermittlung einer mehr oder weniger langen Kette von Ursachen und Wirkungen, die sich im zusammengesetzten System als Bindeglieder dazwischen schieben; sie sind es, welche der Reizwirkung den Charakter des Geheimnisvollen und Unverständlichen aufprägen." "..., so daß uns der kausale Zusammenhang der vor sich gehenden Veränderungen verschleiert wird." (Allgemeine Biologie, S. 134 u. 133.)

Auf die durch das Wort "Reiz" bezeichnete Kausalität (im Unterschied zur mechanischen Kausalität) sei dennoch etwas näher eingegangen, zumal sich ihr markantestes Merkmal mühelos erkennen läßt. Es ist dies die "Disproportionalität zwischen Reizursache und Reizwirkung"¹²⁶⁾, die sofort ins Auge springt, ganz gleich welcher Aspekt dieser auf die Biologie angewandten "Kausalität im erweiterten Sinne" betrachtet wird. Es sollen nun einige Aspekte dieser Disproportionalität erläuternd angeführt werden.

"Die zwischen Reizursache und Wirkung zu Tage tretende Disproportionalität kann sich in einer doppelten Weise geltend machen: einmal kann ein und derselbe Organismus auf verschiedene Reize immer in der gleichen Weise reagieren, zweitens kann ein und derselbe Reiz, auf verschiedene Organismen angewandt, ganz heterogene Wirkungen hervorrufen."¹²⁷⁾

Des weiteren sei die zeitliche Dissoziation genannt. Ein Reiz von kurzer Dauer kann eine lange Wirkung hervorrufen, oder die Wirkung tritt erst nach erheblicher Latenzzeit ein, bedingt "durch die inneren, der Wahrnehmung entzogenen Umsetzungen ..." ¹²⁸⁾ (Kausalkette).

Auch die räumliche Dissoziation, ermöglicht durch Reizfortpflanzung oder Reizleitung, fällt hierunter. "... es schiebt sich zwischen die Eintrittsstelle des Reizes und den Ort der sichtbar werdenden Wirkung reizbare Substanz, in welcher durch eine Kette innerer Ursachen der Reiz umgesetzt und von dem Ort des Eintritts zum Ort der zutage tretenden Reizwirkung fortgepflanzt wird."¹²⁹⁾ Zum Schluß soll noch einmal daran erinnert werden, daß bei der im Hertwigschen Sinne verstandenen Kausalität Reizursache und Reizwirkung in keinem quantitativen, meßbaren Verhältnis zueinander stehen. Daß ein kleiner Reiz eine ihm gar nicht entsprechende, außerordentlich große Wirkung haben kann, wird folgendermaßen erklärt: "Man stellt sich vor, daß die

126) Vgl. Allgemeine Biologie, S. 134.

127) Ebenda, S. 135.

128) Vgl. ebenda, S. 137.

129) Ebenda, S. 137.

reizbare Substanz ein in labilem Gleichgewicht befindliches System materieller, mit hohen Spannkraften ausgerüsteter Teilchen ist. In einem solchen System genügt ein geringer Anstoß eines Teilchens, um auch alle anderen Teilchen mit in Bewegung zu versetzen ..."¹³⁰⁾ Oder auch: "Der Reiz ist das letzte Glied in der Kausalkette, das noch zum plötzlichen Eintritt der Wirkung erforderlich war."¹³¹⁾

Am Ende dieses Teilkapitels soll der Versuch stehen, die von Oscar Hertwig vertretene Position kritisch zu beleuchten. Aus der spärlichen Sekundärliteratur wird dazu ein Artikel des Jesuiten Erich Wasmann¹³²⁾ herangezogen, dessen Einwände jedoch ihrerseits kritisch geprüft werden. Ich möchte mich dabei auf zwei Hauptkritikpunkte beschränken.

Der erste zentrale Einwand Wasmanns bezieht sich auf die "Eigengesetzlichkeit des Lebens."¹³³⁾ Den Standpunkt, den Oscar Hertwig dazu vertritt, bezeichnet Wasmann als "philosophisch nicht konsequent."¹³⁴⁾ In meinen Augen geht es hier um einen Einwand, den man als durchaus berechtigt anerkennen muß. Während Oscar Hertwig auf der einen Seite behauptet, "daß eine Substanz von so verwickelter Struktur wie die lebende Zelle auch nicht im entferntesten ihresgleichen in der unbelebten Natur hat, ..." ¹³⁵⁾, so postuliert er auf der anderen Seite, daß die Unterschiede zwischen der belebten und der unbelebten Körperwelt lediglich gradueller, nicht jedoch prinzipieller Natur sind.¹³⁶⁾ So

130) Allgemeine Biologie, S. 137.

131) Ebenda, S. 138.

132) Erich Wasmann: Die wissenschaftlichen Vermächnisse zweier großer Biologen. In: Stimmen der Zeit 97 (1919), S. 449-462. Bei diesem Artikel handelt es sich um eine Rezension zu Oscar Hertwigs Buch: "Das Werden der Organismen", mit dem Hertwig sein Lebenswerk auf dem Gebiet der Biologie zum Abschluß bringen wollte. Vgl. Vorwort S. V.

133) Erich Wasmann, a.a.O., S. 450.

134) Ebenda, S. 450.

135) Allgemeine Biologie, S. 131.

136) Vgl. Werden der Organismen, S. 44; vgl. auch S. 33 dieser Arbeit.

kann Wasmann seinen Einwand mit folgenden Worten begründen: "... denn sie (d.h. Hertwigs Stellung) erkennt die Eigengesetzlichkeit des Lebens empirisch an, während sie dieselbe prinzipiell leugnet."¹³⁷⁾ Zweifellos handelt es sich bei dem angesprochenen Problem um einen inneren Widerspruch, mit dem Hertwig zeitlebens gerungen hat.

Kommen wir zum zweiten gewichtigen Kritikpunkt. Wasmann behauptet, daß Oscar Hertwigs Stellung in der Mechanismus-Vitalismus-Auseinandersetzung immer schwankend geblieben ist und nennt Hertwig resümierend einen "Mechanisten in vitalistischem Gewande."¹³⁸⁾ Verständlicherweise hätte sich der Jesuit Wasmann, von seiner Weltanschauung her wohl eher dem vitalistischen Standpunkt zugeneigt, gewünscht, daß Oscar Hertwig sich gänzlich als Vitalist erwiesen hätte. Nach Wasmann hätte sich Hertwig unbedingt dazu entschließen sollen, ein finales Prinzip, etwa der aristotelischen Entelechie vergleichbar, anzuerkennen.¹³⁹⁾ Was die Einschätzung Hertwigs als "Mechanisten in vitalistischem Gewande" anbelangt, kann ich Wasmann allerdings nicht zustimmen. Es ist zu fragen, warum Wasmann die dritte Alternative einer biologisch-organismischen Richtung nicht zulassen kann, sondern sich auf die Begriffe der Antithese "Mechanist oder Vitalist" versteift. Liegt denn aber nicht gerade im synthetischen Charakter der Hertwigschen Richtung die Chance, den überaus komplizierten Verhältnissen, die im Reich der Biologie herrschen, am ehesten gerecht zu werden?

137) Erich Wasmann, a.a.O., S. 450.

138) Vgl. ebenda, S. 450.

139) Vgl. ebenda, S. 450, 453, 459f.

3. Kapitel: Darstellung des Gesamtwerkes im Überblick

Die Einführung in das überaus umfangreiche Werk¹⁴⁰⁾ Oscar Hertwigs sollte sich, wenn auch vielleicht naheliegend, nicht in einer chronologischen Aufzählung erschöpfen. Um diese Gesamtdarstellung übersichtlicher zu gestalten, wurde einer inhaltlichen Gruppierung der einzelnen Arbeiten der Vorzug gegeben. Dennoch kommt es dabei nicht zu einer vollständigen Loslösung von der Chronologie, da die fünf gewählten Themenbereiche auffallend stark mit den entsprechenden Lebensphasen im Forscherdasein Oscar Hertwigs korrespondieren.

So werden sich die beiden ersten Teilkapitel mit der "Jugendzeit" Hertwigs als Forscher befassen. Von 1873 bis etwa 1880 widmete sich Oscar Hertwig vergleichend-anatomischen Studien, zu denen er noch weitgehend von seinen Lehrern, insbesondere Karl Gegenbaur und Ernst Haeckel¹⁴¹⁾, angeregt worden war. Dies trifft ebenso auf das zweite große Arbeitsgebiet, die Keimblätterstudien, zu, mit denen sich Hertwig von 1878 bis 1883 intensiv beschäftigt hat. Ihren Abschluß fanden sie in der Formulierung der Coelomtheorie.

Die zwei Dekaden von 1886 bis 1906 müssen wohl als die Zeit angesehen werden, in der Oscar Hertwig zur vollen Entfaltung seiner "Forscheranlagen" gelangte, die ihren Ausdruck in den bedeutenden Lehr- und Handbüchern fand.¹⁴²⁾ Das Lehrbuch "Allgemeine Biologie" sowie das "Handbuch der Entwicklungslehre" stellen zweifellos den Höhepunkt im wissenschaftlichen Werdegang Oscar Hertwigs dar.

Nachdem sich Hertwig um 1913 von der experimentellen Forschung zurückgezogen hatte, wandte er sich in seinen letz-

140) Ein nahezu vollständiges Verzeichnis von 121 Veröffentlichungen Oscar Hertwigs ergänzt die bereits genannte Biographie von Richard Weissenberg. Zusammengestellt wurde dieses Verzeichnis von Professor Dr. Rudolph Zaunick, Director Ephemeridum der "Leopoldina". Das Verzeichnis findet sich im "Anhang" dieser Arbeit.

141) Vgl. Richard Weissenberg, a.a.O., S. 16.

142) Vgl. ebenda, S. 29.

ten Lebensjahren philosophisch-volkswirtschaftlichen Problemen zu, indem er versuchte, biologische Erkenntnisse mit der sozialen Entwicklung in Verbindung zu bringen.¹⁴³⁾ So entstanden von 1916-1922 die "großen Alterswerke", die Hertwigs ausgeprägtes Verantwortungsbewußtsein der Menschheit gegenüber offenbaren.

Wenn sich Oscar Hertwig auch auf all den soeben genannten Gebieten fleißig und erfolgreich betätigt hat, müssen als eigentlicher Schwerpunkt seiner Arbeit die Zellbiologie und die Entwicklungsgeschichte (= Embryologie) bezeichnet werden, jene Gebiete also, auf denen Hertwig Bahnbrechendes geleistet hat. Über eine Zeitspanne von rund 40 Jahren, nämlich von 1875 bis 1915, erstrecken sich die gründlichen und vielseitigen Versuchsreihen, jede einzelne von ihnen konsequent durchgeführt. Als zentrales Thema kristallisiert sich von Anfang an der Komplex "Befruchtung - Vererbung" heraus.

I. Vergleichend-anatomische Studien

1. Studien zur Entwicklung des Hautskeletts, der Zähne und der Knochen in der Wirbeltierreihe

Am Anfang der wissenschaftlichen Tätigkeit Oscar Hertwigs (1873) stehen bereits genannte Arbeiten¹⁴⁴⁾, zum einen die Dissertation "Über die Entwicklung und den Bau des elastischen Gewebes im Netzknorpel", zum anderen seine Untersuchungen über Entwicklungsstadien der Ascidien (im Meer lebende Chordatiere), die als Preisarbeit ausgezeichnet wurden. Das Thema der Dissertation hatte der Bonner Anatom und Histologe Max Schultze gestellt¹⁴⁵⁾, während die Ascidienarbeit auf Ernst Haeckel zurückgeht.¹⁴⁶⁾

143) Vgl. Richard Weissenberg, a.a.O., S. 11.

144) Vgl. dazu S. 14 dieser Arbeit sowie Anm. 29 u. 30 S. 14.

145) Vgl. Gustav Tembrock, a.a.O., S. 208.

146) Vgl. Richard Weissenberg, a.a.O., S. 16, 17 u. 19.

In diese Zeit fallen weitere vergleichende Arbeiten zur Zahnbildung sowie zur Genese des Schädel skeletts¹⁴⁷⁾, zu denen Hertwig von Carl Gegenbaur angeregt worden war. Als Frucht dieser Studien erschien bereits 1874 das erste Buch Oscar Hertwigs.¹⁴⁸⁾ Fortgesetzt wurden diese auf Organe und Organsysteme ausgerichteten Arbeiten mit ausgedehnten Untersuchungen über das Hautskelett der Fische.¹⁴⁹⁾

2. Vergleichend-morphologische Untersuchungen zu einzelnen Tierstämmen und Tierklassen

Ihre mehrfachen gemeinsamen Aufenthalte am Meer nützten die Brüder Oscar und Richard Hertwig dazu, zahlreiche marine Tiergruppen ausgiebig zu studieren. Rasch hatten sie die Vorteile erkannt, die diese Tiere bieten, z.B. kann die künstliche Befruchtung an ihnen mühelos ausgeführt werden. Die Untersuchungen, die zwischen 1877 und 1880 stattfanden, erstreckten sich insbesondere auf Coelenteraten (z.B. Medusen), Actinien und Chaetognathen.

-
- 147) Oscar Hertwig: Über Bau und Entwicklung der Placoidschuppen und der Zähne der Selachier. In: Jena. Zschr. Naturwiss. 8 (1874), S. 331-404. Vgl. Gustav Tembrock, a.a.O., S. 208.
- 148) Oscar Hertwig: Über das Zahnsystem der Amphibien und seine Bedeutung für die Genese des Skelets der Mundhöhle. In: Arch. mikroskop. Anat. 11, Suppl.-H. (1874), VIII, 208 S.
Vgl. Richard Weissenberg, a.a.O., S. 18.
- 149) Oscar Hertwig: Ueber das Hautskelet der Fische (Abt. 1: Das Hautskelet der Siluroiden und der Acipenseriden). In: Morphol. Jahrb. 2 (1876), S. 328-395.
Oscar Hertwig: Ueber das Hautskelet der Fische (Abt. 2: Das Hautskelet der Ganoiden (Lepidosteus und Polypterus)). In: Morphol. Jahrb. 5 (1879), S. 1-21.
Oscar Hertwig: Über das Hautskelet der Fische (Abt. 3: Das Hautskelet der Pediculati, der Discoboli, der Gattung Diana, der Centriscidae, einiger Gattungen aus der Familie der Triglidae und der Plectognathen). In: Morphol. Jahrb. 7 (1882), S. 1-42. Vgl. dazu Richard Weissenberg, a.a.O., S. 20.

(z.B. Sagitten).¹⁵⁰⁾ Sie ergänzen in sinnvoller Weise die oben beschriebenen "Organstudien".

II. Keimblätterstudien - Coelomtheorie

Die eben angesprochenen Mittelmeerstudien brachten die Brüder Hertwig u.a. mit Tieren in Kontakt, die besonders dazu geeignet waren, den damals viel diskutierten Fragen der allgemeinen Keimblätterlehre¹⁵¹⁾ nachzugehen.¹⁵²⁾ Oscar und Richard Hertwig beschäftigten sich vornehmlich mit diesem Problem zwischen 1878 und 1883. Ihren Niederschlag fanden diese Studien in zahlreichen Veröffentli-

-
- 150) Oscar und Richard Hertwig: Ueber das Nervensystem und die Sinnesorgane der Medusen. In: Jena. Zschr. Naturwiss. 11 (1877), S. 355-374.
Oscar und Richard Hertwig: Das Nervensystem und die Sinnesorgane der Medusen. Monographisch dargestellt. Leipzig 1878.
Oscar und Richard Hertwig: Der Organismus der Medusen und seine Stellung zur Keimblättertheorie. In: Denkschr. med.-naturwiss. Ges. Jena 2, H. 1 (1878), S. 1-70.
Oscar Hertwig: Ueber das Nervensystem der Actinien. In: Sitz.-Ber. Jena. Ges. Med. Naturwiss. 1879, S. 88-93.
Oscar Hertwig: Ueber die Muskulatur der Coelenteraten. In: Sitz.-Ber. Jena. Ges. Med. Naturwiss. 1879, S. 142-146.
Oscar und Richard Hertwig: Die Actinien anatomisch und histologisch mit besonderer Berücksichtigung des Nervenmuskelsystems untersucht. In: Jena. Zschr. Naturwiss. 13 (1879), S. 457-640; 14 (1880), S. 39-89.
Oscar Hertwig: Die Chaetognathen, ihre Anatomie, Systematik und Entwicklungsgeschichte. In: Jena. Zschr. Naturwiss. 14 (1880), S. 196-311.
Oscar Hertwig: Ueber die Entwicklungsgeschichte der Sagitten. In: Sitz.-Ber. Jena. Ges. Med. Naturwiss. 1880, S. 7-11.
- 151) In seinem Lehrbuch "Die Elemente der Entwicklungslehre des Menschen und der Wirbeltiere" definiert Oscar Hertwig den Begriff folgendermaßen: "In der Entwicklungslehre nennt man die im Anschluß an den Furchungsprozeß entstehende Epithelmembran ein Keimblatt und faßt das Studium der Veränderungen, die sich an ihm in der nächsten Periode abspielen ... unter dem Namen der wichtigen "Keimblätterlehre" zusammen."
(5. Aufl., S. 59).
- 152) Vgl. Gustav Tembrock, a.a.O., S. 209.

chungen, darunter in erster Linie in den "Studien zur Blättertheorie".¹⁵³⁾ In seinen Lehr- und Handbüchern hat Oscar Hertwig die Ergebnisse dieser Untersuchungen nochmals zusammenfassend dargestellt.¹⁵⁴⁾ Auch in späteren Jahren noch hat sich Oscar Hertwig kritisch zu einzelnen strittigen Punkten bezüglich der Keimblätterlehre geäu-

-
- 153) Oscar und Richard Hertwig: Der Organismus der Medusen und seine Stellung zur Keimblättertheorie. In: Denkschr. med.-naturwiss. Ges. Jena 2, H. 1 (1878), S. 1-70.

Oscar Hertwig: Ueber die Entwicklung des mittleren Keimblattes der Wirbelthiere. In: Sitz.-Ber. Jena. Ges. Med. Naturwiss. 1880, S. 110-113.

Oscar Hertwig: Das mittlere Keimblatt und die Chorda der Anuren. In: Sitz.-Ber. Jena. Ges. Med. Naturwiss. 1882, (1883), S. 19-21.

Zur Reihe "Studien zur Blättertheorie" gehören:

Oscar und Richard Hertwig: Die Actinien anatomisch und histologisch mit besonderer Berücksichtigung des Nervensystems untersucht. In: Jena. Zschr. Naturwiss. 13 (1879), S. 457-460; 14 (1880), S. 39-89.

Oscar Hertwig: Die Chaetognathen, ihre Anatomie, Systematik und Entwicklungsgeschichte. In: Jena. Zschr. Naturwiss. 14 (1880), S. 196-311.

Oscar und Richard Hertwig: Die Coelomtheorie. Versuch einer Erklärung des mittleren Keimblattes. In: Jena. Zschr. Naturwiss. 15 (1882), S. 1-150.

Oscar Hertwig: Über die Entwicklung des mittleren Keimblattes der Wirbelthiere. In: Jena. Zschr. Naturwiss. 15 (1882), S. 286-340; 16 (1883), S. 247-328.

- 154) Oscar Hertwig: Lehrbuch der Entwicklungsgeschichte des Menschen und der Wirbeltiere. Jena 1886.

Siehe besonders: 5. Kapitel: Gastraeatheorie

6. Kapitel: Die Coelomtheorie

8. Kapitel: Geschichte der Blättertheorie.

Oscar Hertwig: Die Elemente der Entwicklungslehre des Menschen und der Wirbeltiere. Jena 1900.

Siehe besonders: 5. Kapitel: Die Lehre von den Keimblättern.

Oscar Hertwig (Hrsg.): Handbuch der vergleichenden und experimentellen Entwicklungslehre der Wirbeltiere Bd. 1, Tl. 1, Hälfte 1. Jena 1906, S. 699-966 (Die Lehre von den Keimblättern).

Bert.¹⁵⁵⁾ Die Brüder Hertwig begannen ihre vergleichend-morphologischen Untersuchungen zur Keimblätterfrage an Coelenteraten (= Hohltiere). Es handelt sich dabei um eine "Tiergruppe, die bei ihren durch die Quallen oder Medusen repräsentierten niederen Vertretern durch den Besitz von nur zwei Keimblättern ausgezeichnet ist und in dieser Beziehung an junge Entwicklungsstadien höherer Tiere erinnert. Da nun das äußere und innere Keimblatt der Coelenteraten in Organausbildung und Gewebsgliederung schon eine weit fortgeschrittene Differenzierung aufweist, ergaben sich aus der Untersuchung dieser niederen Tiergruppe wichtige Ausblicke auf die Gesetze der Organ- und Gewebsbildung auch der höheren Tiere."¹⁵⁶⁾ Abschließend stellten O. und R. Hertwig fest, daß sich das damals herrschende Dogma von der Keimblätterspezifität durch ihre Untersuchungen über die Bedeutung der Keimblätter nicht bestätigen ließ. Sie kamen zu dem Ergebnis, daß die Keimblätter weder organologische noch histologische Einheiten sind¹⁵⁷⁾, d.h. eine bestimmte Zellart kann sowohl aus dem äußeren als auch aus dem inneren Keimblatt hervorgehen.

Fortgesetzt wurden die Keimblätterstudien an Chaetognathen (= Pfeilwürmer).¹⁵⁸⁾ Diese einfachsten vierblättrigen Tiere weisen neben dem äußeren und dem inneren Keimblatt noch die beiden durch die Leibeshöhle getrennten Lamellen des mittleren Keimblattes auf. Oscar Hertwig wählte diese Objekte in der Absicht aus, noch ungeklärten Fragen der Keimblätterentwicklung nachzugehen.¹⁵⁹⁾ Nachdem es Ernst Haeckel und Ray Lancaster gelungen war, die Frage nach der Entwicklung der primären Keimblätter durch ihre Gastraea-

155) Oscar Hertwig: Strittige Punkte aus der Keimblätterlehre der Wirbelthiere. In: Sitz.-Ber. Preuß. Akad. Wiss. Berlin 1901, S. 528-533.

156) Richard Weissenberg, a.a.O., S. 20.

157) Vgl. Handbuch der Entwicklungslehre, Bd. 1, Teil 1, 1. Hälfte, S. 52.

158) Vgl. Richard Weissenberg, a.a.O., S. 20.

159) In seinem "Lehrbuch der Entwicklungsgeschichte" schreibt Hertwig zur Geschichte der Blättertheorie: "Zwei fundamentale Prozesse waren dem Verständnis näherzubringen: 1) Wie entwickeln sich die beiden primären Keimblätter? 2) Wie entwickeln sich die beiden mittleren Keimblätter?" (S. 214).

Theorie¹⁶⁰⁾ zu beantworten, wollte Oscar Hertwig der Entwicklung der beiden mittleren Keimblätter auf die Spur kommen. Als Ergebnis kristallisierte sich in Fortsetzung der Gastraea-Theorie Haeckels die "Coelom-Theorie"¹⁶¹⁾ heraus.

Diese Theorie besagt, daß die Entwicklung aller Keimblätter auf die Entfaltung einer Epithellamelle zurückzuführen ist.¹⁶²⁾ Als "mittleres Keimblatt" läßt sie nur die aus dem Entoderm durch Abfaltung entstandenen und eine echte Leibeshöhle (Enterocoel) begrenzenden Epithelblätter gelten, im Gegensatz zum "Mesenchym", das aus auswandernden Zellen hervorgeht, die aus dem Verband der Keimblätter ausgeschieden sind.¹⁶³⁾

Ganz selbstverständlich ergab sich in diesem Zusammenhang das nächste Arbeitsthema für Oscar Hertwig. Er beabsichtigte, die Keimblätterentstehung bei den Wirbeltieren unter dem Gesichtspunkt der Coelom-Theorie zu untersuchen.¹⁶⁴⁾

"Als Resultat ... ergab sich für Oscar Hertwig, daß auch die Wirbeltiere Enterocoelier sind, bei denen das mittlere Keimblatt nicht durch Abspaltung von den primären Keim-

160) Vgl. Ernst Haeckel: Die Gastraeatheorie, die phylogenetische Klassifikation des Tierreiches und die Homologie der Keimblätter. Jenaische Zeitschrift 8 (1874). Vgl. ferner: Victor Franz, a.a.O., S. 13f.; vgl. Lehrbuch der Entwicklungsgeschichte, Kap. 5: Entwicklung der beiden primären Keimblätter (Gastraeatheorie) u. S. 215f.

Zur Bedeutung der Gastraeatheorie schreibt Oscar Hertwig auf S. 108: "Die aus zwei Keimblättern zusammengesetzte Embryonalform heißt die Darmlarve oder Gastrula. Sie besitzt eine hohe entwicklungsgeschichtliche Bedeutung, da sie, wie Ernst Haeckel und Ray Lancaster zuerst betont haben, in jedem der sechs Hauptstämme des Tierreiches vorkommt und so einen gemeinsamen Ausgangspunkt abgibt, von welchem sich in divergenter Richtung die einzelnen Tierformen ableiten lassen."

161) Vgl. Lehrbuch der Entwicklungsgeschichte, 6. Kap.: Die Entwicklung der beiden mittleren Keimblätter. (Die Coelomtheorie). Siehe besonders: S. 138-140 u. S. 218. Vgl. hierzu Carl Rabl: Theorie des Mesoderm. Leipzig 1897.

162) Vgl. Richard Weissenberg, a.a.O., S. 21.

163) Vgl. Lehrbuch der Entwicklungsgeschichte, S. 218. Vgl. auch Dietrich Stark: Embryologie. Stuttgart 1955. Siehe bes. die Ausführungen zur Keimblattlehre S. 117f.

164) Vgl. Lehrbuch der Entwicklungsgeschichte, S. 219.

blättern entsteht, sondern sich vom Urmundrand aus zwischen äußeres und inneres Keimblatt als eine einheitliche Zellmasse einschiebt".¹⁶⁵⁾

Ursprünglich hatte Oscar Hertwig ins Auge gefaßt, alle Wirbeltierklassen auf diese Frage hin zu untersuchen.¹⁶⁶⁾

Seine Berufung auf den Lehrstuhl für Anatomie nach Jena (1881) ließ ihm dafür jedoch nicht mehr genügend Zeit.

III. Lehr- und Handbücher

1. Lehrbücher der Embryologie

Noch während seiner Tätigkeit als Professor der Anatomie in Jena schrieb Oscar Hertwig bereits sein erstes Lehrbuch. 1886 erschien die erste Auflage unter dem Titel "Lehrbuch der Entwicklungsgeschichte des Menschen und der Wirbeltiere".¹⁶⁷⁾

165) Richard Weissenberg, a.a.O., S. 21. Die entsprechende Stelle im Lehrbuch der Entwicklungsgeschichte lautet: "Wenn die mittleren Keimblätter von keinem der Grenzblätter durch eine in loco stattfindende Abspaltung entstehen, so kann ihre von einem bestimmten Keimbezirk allmählich erfolgende Ausbreitung nur auf einem Einwachsen von Zellen beruhen, welches von den Stellen aus geschieht, an denen ein Zusammenhang mit anderen Zellschichten nachgewiesen ist. Das Hauptmaterial zu ihrem Wachstum beziehen die mittleren Keimblätter von Zellen, welche am Urmund zwischen die beiden Grenzblätter einwandern." (S. 181).

Vgl. auch Oscar Hertwig: Handbuch der vergleichenden und experimentellen Entwicklungslehre, Bd. 1, Teil 1, 1. Hälfte, S. 1004.

166) Vgl. Richard Weissenberg, a.a.O., S. 21.

167) Oscar Hertwig: Lehrbuch der Entwicklungsgeschichte des Menschen und der Wirbeltiere. Jena 1886/88; ²1888; ³1890; ⁴1893; ⁵1896; ⁶1898; ⁷1902; ⁸1906; ⁹1910; ¹⁰1915; - Französische Übersetzung unter dem Titel: *Traité d'embryologie, ou Histoire du développement de l'homme et des vertébrés*, par Oscar Hertwig. Traduit sur la troisième édition allemande, par Charles Julin. Paris 1891, ²1900. - Englische Übersetzung u.d.T.: *Textbook of the Embryology of man and mammals. Translated from the third German edition by E.L. Mark.* London 1892. - Italienische Übersetzung u.d.T.: *Trattato di embriologia dell'uomo e dei vertebrati.* Traduzione di Ant. Cioja. 4^a ediz. Milano 1894. Alle Angaben und Zitate beziehen sich, wenn nicht anders angegeben, auf die 8. Aufl., 1906. Zu didaktischen Aspekten der Lehrbücher Oscar Hertwigs vgl. die Ausführungen im 2. Kapitel, II, 1.

Fragt man nach den Gründen, die Oscar Hertwig dazu bewogen, ein solches Lehrbuch zu schreiben, so gewinnt man durch einen Blick in die Vorworte der einzelnen Auflagen rasch Aufschluß darüber. Wenn auch auf dem Gebiet der Embryologie ab etwa 1840 intensiv gearbeitet und in den folgenden Jahrzehnten beachtliche Forschungsergebnisse erzielt wurden, gelang es der Embryologie trotzdem noch nicht, sich auch im medizinischen und naturwissenschaftlichen Unterricht angemessen zu etablieren.¹⁶⁸⁾ Es überrascht nicht, daß Oscar Hertwig daran Anstoß nahm. Er hatte von Anfang an "das Studium der Entwicklungsgeschichte mit Vorliebe getrieben"¹⁶⁹⁾, wie er selbst von sich sagt. Lassen wir ihn seine Absichten mit eigenen Worten zusammenfassen: So "ist früh der Wunsch in mir wachgerufen worden, der Entwicklungsgeschichte einen breiteren und festeren Boden im Unterricht zu gewinnen und ihr in weiteren Kreisen von Medizinern und naturwissenschaftlich Gebildeten Eingang zu verschaffen."¹⁷⁰⁾ Das Schwergewicht legte Oscar Hertwig dabei auf die Entwicklung und den Bau des menschlichen Körpers.¹⁷¹⁾

Nach welcher Methode präsentiert nun Oscar Hertwig den Stoff in seinem Lehrbuch? Von den beiden möglichen Darstellungsweisen entscheidet er sich verständlicherweise dafür, die einzelnen Organe und Organsysteme in ihrer Entwicklung nacheinander zu beschreiben.¹⁷²⁾ Denn nur auf diese Weise ist für ihn die Voraussetzung gegeben, die vergleichende Forschungsmethode¹⁷³⁾ auch hier anzuwenden. Daß heißt nun nicht, daß Hertwig der mechanisch-physiologischen Erklärung der Formen keinerlei Beachtung schenken

168) Vgl. Lehrbuch der Entwicklungsgeschichte, S. V.

169) Ebenda, S. VI. Oscar Hertwig wäre sicherlich am treffendsten "Embryologe" zu nennen und nicht "Anatom" oder "Zoologe", wie es vielerorts geschieht.

170) Ebenda, S. VI.

171) Vgl. ebenda, S. 3.

172) Ebenda, S. 2. Grundsätzlich könnte man ebenso alle Organveränderungen einer Entwicklungsstufe darstellen und das für jede Phase der Entwicklung.

173) Vgl. hierzu die entsprechenden Ausführungen zum methodischen Vorgehen Oscar Hertwigs auf S. 31 dieser Arbeit.

würde, doch ist nach seiner Auffassung allein die vergleichende Methode in der Lage, Lücken in der noch unvollständig erforschten Embryologie des Menschen zu schließen.¹⁷⁴⁾ Die Berechtigung dazu leitet Oscar Hertwig von der Überzeugung ab, "daß sich alle Wirbeltiere nach einem gemeinsamen Plan entwickeln und daß Verschiedenheiten nur durch Ursachen untergeordneter Art hervorgerufen werden."¹⁷⁵⁾

Es soll nun der Inhalt des Lehrbuches etwas schärfer umrissen werden. Wie Oscar Hertwig selbst im Vorwort ausführt, geht es ihm darum, "die Gesetze darzustellen ..., welche die tierische Formbildung beherrschen, die Gesetze, nach denen sich das Zellenmaterial, welches durch fortgesetzte Teilung aus der befruchteten Eizelle entsteht, durch ungleichmäßiges Wachstum, durch komplizierte Faltenbildung und Einstülpung in Keimblätter und schließlich in die einzelnen Organe sondert."¹⁷⁶⁾ Oscar Hertwig beschränkt sich also auf die morphologische Differenzierung, d.h. die Beschreibung der Gewebe. Über die unvollständige Behandlung des Stoffes voll und ganz im klaren, verweist er auf das ergänzende Werk in Gestalt der "Allgemeinen Biologie". Dieses Buch behandelt ausführlich die physiologische Seite des Entwicklungsprozesses, die histologische Differenzierung (Histogenese) sowie allgemeine Fragen und Theorien der Entwicklung.¹⁷⁷⁾ Betrachtet man den Inhalt beider Werke, so läßt sich zusammenfassend feststellen, daß Oscar Hertwig das komplexe Gebiet der Embryologie in allen wesentlichen Aspekten nahezu vollständig bearbeitet hat.

Den Stoff des Lehrbuches der Entwicklungsgeschichte hat Hertwig in zwei Hauptteile gruppiert. Die 14 Kapitel des ersten Teiles befassen sich mit Problemen der allgemeinen Entwicklungsgeschichte, den Anfangsstadien der Entwicklung, (ehe es zur Organbildung kommt), der Keimblätterlehre so-

174) Vgl. Lehrbuch der Entwicklungsgeschichte, S. 2.

175) Richard Weissenberg, a.a.O., S. 23f.

176) Allgemeine Biologie, S. VII.

177) Vgl. Lehrbuch der Entwicklungsgeschichte, S. X, XI, XIII, XIV.

wie den embryonalen Organen (z.B. den Eihüllen). Im zweiten Teil wird dann in sechs Kapiteln die Entstehung der einzelnen Organe und Organsysteme aus den Keimblättern abgehandelt.

Zu erwähnen bleibt noch Oscar Hertwigs Antwort auf das gegen Ende des Jahrhunderts lebhafter werdende Interesse der Studenten und Ärzte an den Tatsachen und Theorien der Entwicklungslehre.¹⁷⁸⁾ Im Jahre 1900 veröffentlicht Oscar Hertwig erstmals "Die Elemente der Entwicklungslehre des Menschen und der Wirbeltiere"¹⁷⁹⁾, in der Absicht, "das Studium der Entwicklungsgeschichte den Studierenden der Medizin und Naturwissenschaften noch mehr zu erleichtern und es soweit als möglich zu einem allgemeinen Bildungsmittel zu machen."¹⁸⁰⁾ In den "Elementen" ist der Stoff des großen Lehrbuches auf das Wesentliche reduziert und am Ende eines jeden Kapitels in einem Repetitorium zusammengefaßt.

Auf diesem Wege wollte Oscar Hertwig gleichzeitig einem Dilemma entkommen, in das er mit dem "Lehrbuch der Entwicklungsgeschichte" geraten war. Dieses Werk sollte zugleich den Bedürfnissen des Anfängers wie auch den Anforderungen eines auf diesem Gebiet tätigen Forschers gerecht werden. Oscar Hertwig spürte immer deutlicher, daß sich

178) Vgl. Elemente der Entwicklungslehre, S. III.

179) Oscar Hertwig: Die Elemente der Entwicklungslehre des Menschen und der Wirbeltiere. Anleitung und Repetitorium für Studierende und Ärzte. Jena 1900; ²1904; ³1905; ⁴1910; ⁵1915; ⁶1920. - Französische Übersetzung u.d.T.: Précis d'embryologie de l'homme et des vertébrés, par le professeur Oscar Hertwig ... traduit, sur la 2^e édition allemande, par Louis Mercier. Paris 1906. - Russische Übersetzung u.d.T.: Elementy embriologii čeloveka i pozvonočnych životnych dlja vračej i studentov O. Gertviga, professora Anatomo-biologičeskogo instituta Berlinskogo universiteta. Pervod s 3-go nemeckogo izdaniija, pod redakciej V. Ja. Rubaškina. St. Petersburg 1908; ²1912. - Italienische Übersetzung u.d.T.: Elementi di embriologia dell'uomo e dei vertebrati. Traduzione di G. Sterzi e G. Favaro. Milano 1918. Terza edizione dalla sesta ed ultima tedesca a cura di G. Lambertini. Milano 1927. Alle Angaben und Zitate beziehen sich, wenn nicht anders angegeben, auf die 5. Aufl., 1915.

180) Elemente der Entwicklungslehre. S. III.

diese beiden Aufgaben auf die Dauer nicht in einem einzigen Buch vereinen lassen würden, was ihn sicherlich in dem Entschluß bestärkt haben wird, die Kurzfassung zu schreiben.¹⁸¹⁾

Wenden wir uns am Ende dieser skizzenhaften Beschreibung der Frage zu, worin die spezifische Leistung Oscar Hertwigs hinsichtlich seiner "Entwicklungsgeschichte" besteht. Nach Weissenberg lautet die Antwort auf diese Frage, daß Hertwig, erstmals in einem Lehrbuch, die Darstellung der Entwicklungsgeschichte des Menschen systematisch auf dem Fundament vergleichend-embryologischer Forschung aufgebaut hat. Dabei wurden die Zeugungsforschung und die Keimblätterlehre, zwei bis dahin in den Lehrbüchern weitgehend vernachlässigte Kapitel, besonders berücksichtigt. Die "Entwicklungsgeschichte" Oscar Hertwigs bezeichnet Weissenberg abschließend als das führende Lehrbuch der Embryologie jener Zeit.¹⁸²⁾

2. Die Zelle und die Gewebe - Allgemeine Biologie

Schon wenige Jahre nach dem Erscheinen seiner "Entwicklungsgeschichte" sieht sich Oscar Hertwig dazu gedrängt, ein weiteres Lehrbuch zu verfassen, das die Allgemeine Anatomie und Physiologie der Zelle zum Gegenstand haben sollte. 1893 erscheint der erste Teil dieses Werkes, das den Titel

181) Vgl. Elemente der Entwicklungslehre, S. IV.

182) Vgl. Richard Weissenberg, a.a.O., S. 23f. Dieser Beurteilung angeschlossen hat sich Gustav Tembrook, a.a.O., S. 210: "Dieses Werk war bahnbrechend, weil es erstmals die exakte Vergleichsbasis der Embryologie der Vertebraten unter Einschluß des Menschen lieferte."

"Die Zelle und die Gewebe"¹⁸³⁾ trägt.

Wieder stellt sich die Frage, welche Gründe Oscar Hertwig dazu veranlaßt haben, dieses zweite Lehrbuch zu schreiben. Auch hier liefert ein Blick in die Vorworte klare Antworten. In erster Linie geht es Hertwig darum, einen offensichtlichen Mangel zu beseitigen. Bei einer kritischen Durchsicht des Lehrbuchbestandes im Fach Histologie war ihm aufgefallen, daß der physiologische Aspekt im Gegensatz zum anatomisch-morphologischen bisher entschieden vernachlässigt worden war. So behauptet er, "daß manche Wissensgebiete, die mit der Histologie auf das engste zusammenhängen, von der lehrbuchmäßigen Darstellung mehr oder minder ausgeschlossen sind."¹⁸⁴⁾ Diese Aussage bezieht er im besonderen auf die Lebenseigenschaften der Zelle, z.B. Protoplasmabewegung, Reizbarkeit, Stoffwechsel und Zeugung, also auf die Eigenschaften, die das Wesen des Zellorganismus ausmachen.¹⁸⁵⁾ Die Ursache dazu sieht Oscar Hertwig in

183) Oscar Hertwig: Die Zelle und die Gewebe. Grundzüge der allgemeinen Anatomie und Physiologie. Bd. 1. Jena 1893. Bd. 2. Jena 1898. - Französische Übersetzung u.d.T.: La Cellule et les tissus, éléments d'anatomie et de physiologie générales, par Oscar Hertwig. Trad. de l'allemand par Charles Julin. I: Anatomie et physiologie générales de la cellule. Paris 1894; II: Anatomie et physiologie générales des tissus. Paris 1903. - Englische Übersetzung u.d.T.: The Cell: outlines of general anatomy and physiology. Transl. by M. Campbell. London 1895. ²1909. - Russische Übersetzung u.d.T.: Kletka i tkani. Osnovy obščej anatomii i fiziologii. Professora doktora Oskara Gertviga, direktora Pervogo Anatomičeskogo instituta v Berlinskom universitete. Pereveli s nemeckogo sočinenija O. Hertwig, Die Zelle und die Gewebe i dopolnili I. Borodin i N. Cholodkovskij, professor Voenno-Medicinskoj akademii. I: Obščaja anatomija i fiziologija kletki. St. Petersburg 1894; II: Obščaja anatomija i fiziologija tkanej. St. Petersburg 1900. 2-e russkoe izdanie, značitel'no dopolnennoe. T. I: Obščaja anatomija i fiziologija kletki. St. Petersburg 1904.

184) Allgemeine Biologie, S. VI.

185) Vgl. ebenda, S. 58.

der Trennung von Anatomie und Physiologie, einer in seinen Augen sinnvollen Unterteilung, solange man sie auf den ganzen Menschen anwendet. Hinsichtlich der Zelle erscheint ihm die Trennung als ungeeignet, ja geradezu hinderlich, um die Zelle als Ganzes zu erfassen. Um gezielt auf seine spezielle Absicht hinzuweisen, nämlich ein zusammenfassendes Bild vom Bau und dem Leben der Zelle zu geben, wählt er folgenden Untertitel: "Grundzüge der allgemeinen Anatomie und Physiologie".¹⁸⁶⁾

Das soeben dargestellte Argument muß im folgenden nochmals aufgegriffen werden, da es nicht nur im allgemeinen zutrifft, sondern in gewisser Hinsicht auch auf Oscar Hertwig und sein Lehrbuch der Entwicklungsgeschichte.¹⁸⁷⁾ Wie er selbst betont, muß dieses Werk als unvollständig angesehen werden, da nur die morphologische Differenzierung im Rahmen des Entwicklungsprozesses, d.h. die Massenverteilung und Anordnung des Zellenmaterials, berücksichtigt wurde. So fühlte sich Oscar Hertwig umso mehr verpflichtet, in seinem zweiten Lehrbuch "die physiologische Seite des Entwicklungsprozesses, die Entstehung der Gewebe (= Histogenese), überhaupt die physiologischen Ursachen der Gewebe- und Organbildung nach den verschiedenen Richtungen"¹⁸⁸⁾ ergänzend darzustellen. Ferner werden allgemeine Fragen und Theorien der Entwicklung, so z.B. das Problem der Vererbung, ausführlich erörtert.

Darüberhinaus beabsichtigte Oscar Hertwig, "zugleich eine zusammenfassende Darstellung für eigene Untersuchungen zu finden, die teils in verschiedenen Zeitschriften zerstreut, teils in den mit meinem Bruder gemeinsam herausgegebenen

186) Vgl. Allgemeine Biologie, S. VI; vergl. ferner: Oscar Hertwig: Die Entwicklung der Biologie im 19. Jahrhundert. 2. Aufl. Jena 1908, S. 14f.

187) Vgl. S. 41 dieser Arbeit.

188) Allgemeine Biologie, S. IX. Vgl. Lehrbuch der Entwicklungsgeschichte, S. X, XI, XIII, XIV. "Histologische Differenzierung" definiert Oscar Hertwig wie folgt: "Durch (sie) wird das schon morphologisch gesonderte Zellmaterial überhaupt erst in den Stand gesetzt, die verschiedenen Arbeitsleistungen zu verrichten, in welche sich der Lebensprozeß des fertig entwickelten Gesamtorganismus zerlegen läßt." (Allgemeine Biologie, S. VII.)

sechs Heften 'zur Morphologie und Physiologie der Zelle', erschienen sind" sowie die in Vorlesungen vorgetragenen Anschauungen auch im Druck einem weiteren Leserkreis mitzuteilen.¹⁸⁹⁾

Bevor ich auf den Inhalt des Lehrbuches näher eingehen werde, möchte ich kurz erläutern, warum der zweite Band erst in einem Abstand von fünf Jahren, nämlich 1898, erscheinen konnte. Sogleich verständlich wird diese auffallende Verzögerung, wenn man sich daran erinnert, daß die Jahre zwischen 1892 und 1898 eine der lebhaftesten Phasen der Biologiegeschichte darstellen. Sind sie doch in besonderem Maße geprägt von umfassenden Forschungen und Diskussionen über Grundfragen der allgemeinen Anatomie und Physiologie, auch der Entwicklungslehre vor allem. Wie nicht anders zu erwarten, nahm auch Oscar Hertwig an diesen Auseinandersetzungen engagiert Anteil, wobei er sich am ausgiebigsten mit August Weismann und Wilhelm Roux befaßte, deren gegensätzliche Standpunkte und Ansichten er heftig bekämpft und zu widerlegen versucht hat.¹⁹⁰⁾ Aus diesem Anlaß verfaßte er die "Zeit- und Streitfragen der Biologie"¹⁹¹⁾, in deren erstem Heft er sich mit der evolutionistischen Keimplasmatheorie Weismanns beschäftigt hat¹⁹²⁾, einer Lehre, die die erbungleiche Kernteilung der Körperzellen sowie die Präformation der Organteile und Gewebe

189) Vgl. Allgemeine Biologie, S. VII. Die beiden hauptsächlich verarbeiteten Vorlesungen, die Oscar Hertwig ab 1888 an der Berliner Universität hielt, behandelten zum einen "die Zelle und ihr Leben", zum anderen "Theorie der Zeugung und Vererbung".

190) Vgl. Allgemeine Biologie, S. IX.

191) Oscar Hertwig: Zeit- und Streitfragen der Biologie. Heft 1: Präformation oder Epigenese? Grundzüge einer Entwicklungstheorie der Organismen. Jena 1894.

Oscar Hertwig: Zeit- und Streitfragen der Biologie. Heft 2: Mechanik und Biologie. Mit einem Anhang: Kritische Bemerkungen zu den entwicklungsmechanischen Naturgesetzen von Roux. Jena 1897.

192) Vgl. Zeit- und Streitfragen. Heft 1, S. 8-12. Weismann galt als der führende Repräsentant des Neo-Darwinismus.

in Form von Anlagen (Determinanten) annimmt. Im zweiten Heft ging Oscar Hertwig näher auf die Entwicklungsmechanik von Roux ein, welche die "Mosaiktheorie der Entwicklung" als Frucht hervorgebracht hatte.¹⁹³⁾

Daß wegen dieser Arbeiten der zweite Band seines Lehrbuches "Die Zelle und die Gewebe" verzögert erschien, sah Oscar Hertwig jedoch nicht als Verlust an. Im Gegenteil bezeichnete er die "Streitfragen" als Vorarbeiten zum 2. Teil¹⁹⁴⁾, da sie dazu beitrugen, seine eigene Theorie der Biogenese, auf die ich bei der Darstellung des Inhalts kurz eingehen werde, auszuarbeiten und zu vertiefen.

Es sei noch ganz kurz die zweite Auflage des Lehrbuches¹⁹⁵⁾ erwähnt, weil diese eingreifende Veränderungen erfahren hat. Da die beiden Teile der ersten Auflage im Abstand von sechs Jahren erschienen waren, fanden sich in diesem Werk "manche Ungleichmäßigkeiten in der Darstellung"¹⁹⁶⁾ sowie Schwächen hinsichtlich der Gliederung. So beschloß Oscar Hertwig, den Inhalt des Buches zweckmäßiger zu gliedern und, in einem Band verarbeitet, neu herauszugeben. Gleichzeitig wählte er einen nach seinem Empfinden treffenderen Titel, das Werk jetzt "Allgemeine Biologie" nennend. Unter "Allgemeiner Biologie" versteht Oscar Hertwig "die Wissenschaft, welche von zusammenfassenden Gesichtspunkten aus die Morphologie und Physiologie der Zelle und die großen

193) Vgl. Zeit- und Streitfragen. Heft 2, S. 7f.

194) Vgl. Allgemeine Biologie, S. IX.

195) Oscar Hertwig: Allgemeine Biologie. 2. Aufl. des Lehrbuches "Die Zelle und die Gewebe". Jena 1906; ³1909; ⁴1912; ⁵1920 (mit Günther Hertwig); ^{6/7}1923 (von Günther Hertwig). - Russische Übersetzung u.d.T.: Kletka i tkani. Osnovy obščej anatomii i fiziologii. Professora doktora Oskara Gertviga, direktora Anatomo-biologičeskogo instituta Berlinskogo universiteta. Ispraveno i dopolneno po 3-mu nemeckomu izdaniju: Allgemeine Biologie ... A.V. Nemilovym, chranitelem Anatomogistologičeskogo kabineta S-Petersburgskogo universiteta. Pod neposredstvennoj redakciej A.S. Dogelja, professora S-Petersburgskogo universiteta i ženskogo medicinskogo instituta. 3-e russkoe izdanie, značitel'no dopolnennoe. T.I: Obščaja anatomija i fiziologija kletki. St. Petersburg 1911.

Alle Angaben beziehen sich, wenn nicht anders angegeben, auf die 2. Auflage, 1906.

196) Allgemeine Biologie, S. V.

Fragen des Lebens: den elementaren Aufbau und die Grundeigenschaften der lebenden Substanz, die Probleme der Zeugung, der Vererbung, der Entwicklung, des Wesens der Spezies oder der naturhistorischen Art usw. behandelt."¹⁹⁷⁾

Betrachten wir nun den Inhalt des Lehrbuches etwas näher, zu dem uns ja schon gewissermaßen die Definition der "Allgemeinen Biologie" hingeführt hat. Oscar Hertwig hat den gesamten Stoff zwei Hauptteilen zugeordnet. Der erste Hauptteil trägt den Titel: "Die Zelle als selbständiger Organismus" und umfaßt 13 Kapitel. Er "handelt von den allgemeinen fundamentalen Lebenseigenschaften der Zelle in anatomischer und physiologischer Beziehung", wobei die Zelle als ein in sich abgeschlossener Elementarorganismus betrachtet wird.¹⁹⁸⁾

Einleitend wird die Geschichte der Zellen- und Protoplasmatheorie referiert, gefolgt von einer Darstellung der chemisch-physikalischen und morphologischen Eigenschaften des Protoplasmakörpers und des Zellkerns. Nach einem Kapitel über Hypothesen zur Elementarstruktur der Zelle wendet sich Oscar Hertwig ausgiebig den Lebenseigenschaften der Zelle zu. Nacheinander werden Stoffwechsel und formative Tätigkeit, die Bewegungserscheinungen (z.B. Protoplasmabewegung), die Reizerscheinungen¹⁹⁹⁾ und die Fortpflanzung als Vermehrung der Zelle auf dem Wege der Teilung (Kernteilung - Zellteilung) besprochen. Als nächstes Gebiet wird die Morphologie und Physiologie des Befruchtungsprozesses behandelt. Dieses Kapitel enthält auch die mikroskopischen Befunde, aus denen Oscar Hertwig seine Vererbungstheorie, die sog. Kernidioplasmatheorie²⁰⁰⁾, abgeleitet hat. Im Schlußkapitel des ersten Teils wird

197) Vgl. Allgemeine Biologie, S. V.

198) Vgl. ebenda, S. 369.

199) In diesem Kapitel findet sich eine hochinteressante Abhandlung über das Kausalitätsgesetz in seiner Anwendung auf den Organismus. Vgl. Allgemeine Biologie, S. IX, 132-143.

Vgl. dazu ferner die Ausführungen auf S. 42-44 dieser Dissertation.

200) Zur Kernidioplasma-Theorie vgl. S. 105-110 dieser Arbeit.

das Hauptaugenmerk auf die Zelle als Anlage eines Organismus gerichtet. In diesem Kapitel gibt Oscar Hertwig einen historischen Überblick hinsichtlich der älteren und neueren Entwicklungstheorien, um dann ausführlich seine eigene Vererbungstheorie zu begründen.

Im zweiten Hauptteil mit dem Titel: "Die Zelle im Verband mit anderen Zellen" geht es um die allgemeineren Beziehungen, "welche durch die Zusammenordnung der Zellen zu Teilen eines höheren Ganzen geschaffen werden."²⁰¹⁾ Dieser Themenkomplex sowie allgemeine Fragen der Biologie werden in 18 Kapiteln erörtert.

Den Auftakt bilden drei Kapitel über die Lehre von den verschiedenen Individualitätsstufen im Organismenreich, die unterschiedlichen Arten von Zellvereinigungen und die Mittel und Wege des Verkehrs der Zellen im Organismus. Im Anschluß daran erläutert Oscar Hertwig die Lehre von der Spezifität der Zellen, ihren Metamorphosen und ihren verschiedenen Zuständen. Ein eigenes Kapitel widmet Hertwig seinem schärfsten Kontrahenten, dem Neo-Darwinisten August Weismann, und dessen Keimplasmatheorie, um daran anschließend seine eigene Entwicklungstheorie, d.h. seine Vorstellungen von den Ursachen der organischen Entwicklung und den Bedingungen des Wachstumsprozesses, detailliert darzustellen. Schon die stattliche Zahl von sieben Kapiteln läßt den Stellenwert erahnen, den die Biogenesis-Theorie im Werk Oscar Hertwigs einnimmt, und es verständlich erscheinen, daß Richard Weissenberg sie als "Grundpfeiler des zweiten Teils"²⁰²⁾ des Lehrbuches bezeichnet.²⁰³⁾

Hertwigs Entwicklungstheorie zeichnet sich im Gegensatz zur starren Präformationslehre seines Gegners Weismann durch einen mehr epigenetischen Charakter aus, der der Regulations- und Reaktionsfähigkeit des Organismus und seiner einzelnen Zellen Rechnung trägt.

201) Allgemeine Biologie, S. 369.

202) Vgl. Richard Weissenberg, a.a.O., S. 28.

203) Vgl. hierzu Anmerkung 307.

In den beiden nächsten Kapiteln wendet sich Hertwig dem Problem der Vererbung zu und definiert darin auch, was für ihn das Wesen der Vererbung ausmacht. Im einzelnen äußert er sich zur Frage nach den Eigenschaften der Erbsubstanz sowie zur Vererbung ererbter und erworbener Eigenschaften, einem überaus umstrittenen Komplex in jener Zeit.

In einem weiteren Kapitel stellt Oscar Hertwig seine Biogenesis-Theorie dem biogenetischen Grundgesetz Haeckels gegenüber, das er ablehnt und durch sein ontogenetisches Kausalgesetz ersetzt. Besonders wichtig erscheint ihm dabei die Frage nach dem Verhältnis von Ontogenese und Phylogenese.²⁰⁴⁾

Daran anschließend behandelt Hertwig kurz das Problem der Progression in der Entwicklung. Er bekennt sich mit geringen Modifikationen zum Vervollkommungsprinzip Naegelis, unter dem Vollkommenen die zusammengesetztere Organisation verstehend.²⁰⁵⁾ Damit gerät er erneut in Widerspruch zum Darwinismus, der das Vervollkommungsprinzip als eine teleologische und somit nicht naturwissenschaftliche Auffassungsweise ablehnt.

Den beiden Schlußkapiteln des Werkes hat Oscar Hertwig folgenden Titel gegeben: "Historische Bemerkungen über die Stellung der Biogenesis-Theorie zu anderen Entwicklungstheorien."²⁰⁶⁾ Hertwig vergleicht die verschiedenen Entwicklungstheorien anhand von drei Kriterien, die gleichzeitig den Grundpfeilern der Biogenesis-Theorie entsprechen: 1. Die Theorie der bestimmten und direkten Bewirkung (Lamarckismus), 2. die Lehre von der Vererbung oder der Übertragbarkeit erworbener Eigenschaften durch die Keimzellen auf die Nachkommen, 3. die Kontinuität im Entwicklungsprozeß, d.h. auf welche Weise kommt sie zustande?

204) Vgl. Franz Keibel: Haeckels biogenetisches Grundgesetz und das ontogenetische Kausalgesetz von Oscar Hertwig. In: Dtsch. med. Wschr. 37 (1911), S. 170-172.

205) Vgl. Allgemeine Biologie, S. 597-599.

206) Ebenda, S. 614.

In der Absicht, den inhaltlichen Schwerpunkt des Lehrbuches "Allgemeine Biologie" zusammenzufassen, läßt sich folgendes sagen: Den Mittelpunkt der gesamten Darstellung bildet der Organismus der Zelle²⁰⁷⁾ bzw. der Artzelle²⁰⁸⁾ mit seiner Fähigkeit, auf äußere und innere Entwicklungsformen zu reagieren. Es handelt sich dabei um eine Fähigkeit, die in der spezifischen Organisation einer jeden Zelle begründet liegt. Und eben dieser Zellorganismus wird dann auch als Ort und Zentrum des Vererbungsgeschehens angesehen, konkret formuliert in der Kernidioplasma-Theorie,

-
- 207) Oscar Hertwigs Resümee lautet folgendermaßen: "Hierbei war es überall mein Bestreben, den Organismus der Zelle mit seinen anatomischen und physiologischen Eigenschaften zum Mittelpunkt der Darstellung zu machen und in ihm die Grundlage zum wissenschaftlichen Ausbau einer Entwicklungstheorie zu finden. Daher habe ich auch im Unterschied zur Theorie der Epigenesis, der Pangenesis, der Keimplasma- und Mosaik- sowie der Idioplasmatheorie meine Anschauungen, welche sich in manchen Zügen von denen anderer Forscher unterscheiden, als die Theorie der Biogenesis bezeichnet, um gleich mit dem Namen die zentrale Stellung hervorzuheben, welche in ihr der Organismus der Zelle als die elementare Lebenseinheit der organischen Schöpfung einnimmt." (Allgemeine Biologie, S. IX.) Vgl. auch Allgemeine Biologie, S. 370.
- 208) Die Artzelle ist die Zelle, die das Wesen der Art enthält. Die Artzellen sind untereinander ebenso verschieden wie die vollkommen entwickelten Individuen der verschiedenen Arten. Alles, was in letzteren bei der individuellen Entwicklung zum Vorschein kommt, muß als Anlage bereits in der Artzelle vorhanden gewesen sein.
- Oscar Hertwigs Definition lautet: Unter "Artzelle" wird eine Zelle verstanden, "in deren feinerer (mizellarer) Organisation die wesentlichen Eigenschaften der Art als Bestimmungsstücke, übersetzt in das System von Zelleneigenschaften, enthalten sind. Aus so vielen Spezies sich das Pflanzen- und das Tierreich zusammensetzt, ebensoviele Artzellen sind in ihm zu unterscheiden. Sie sind die Repräsentanten der Spezies, deren wesentliche Charaktere in ihnen auf die einfachste Formel gebracht sind." (Allgemeine Biologie, S. 592.) Vgl. auch S. 373-375.

Oscar Hertwigs Vererbungstheorie, die ein Grundstein der modernen Zeugungs- und Vererbungslehre geworden ist.²⁰⁹⁾ Gleichzeitig steht der Zellorganismus, der die Voraussetzungen zu jeglicher organischen Entwicklung enthält, im Zentrum der Biogenese-Theorie, zu der Oscar Hertwig seine Kernidioplasma-Theorie ausgebaut hat.²¹⁰⁾

Abschließend möchte ich, quasi als Wertung, versuchen, das Besondere am Lehrbuch "Allgemeine Biologie", das die zentrale Stellung im Werk Oscar Hertwigs einnimmt, hervorzuheben. Hinsichtlich des Inhalts soll Oscar Hertwig selbst zu Worte kommen: "Jedenfalls aber wird, wie ich hoffe, auch der Leser ... anerkennen, daß ich bei allen theoretischen Erörterungen das durch Beobachtung und Experiment gelieferte Tatsachenmaterial als Ausgang und Grundlage benutzt habe, daß ich auf Grund desselben mir in allen Fragen einen eigenen Standpunkt zu bilden bemüht war und daß ich zum ersten Male Grundfragen der allgemeinen Anatomie und Physiologie, wichtige Beobachtungen und Experimente, welche in den Lehrbüchern gewöhnlich keinen Platz finden, zum Gegenstand einer zusammenhängenden, in sich geschlossenen, lehrbuchmäßigen Darstellung gemacht habe."²¹¹⁾

Franz Keibel, Hertwigs Nachfolger in Berlin, geht in seinem Nachruf ausdrücklich auf die "Allgemeine Biologie" ein, indem er folgenden Aspekt besonders betont: "In ihr (d.h. der "Allgemeinen Biologie") sucht sich Hertwig auch im höheren Sinne mit den Fragen des Lebens auseinanderzusetzen. Er neigt zur philosophischen Betrachtung der Probleme, ohne in Wortklaubereien zu verfallen oder den sicheren Boden der Erfahrung zu verlieren."²¹²⁾

Erwähnt sei noch Richard Weissenberg, der Schüler Oscar Hertwigs, der auf eine weitere Eigenschaft seines Lehrers würdigend hinweist: "In der 'Allgemeinen Biologie' Oscar Hertwigs kommt seine hochentwickelte Begabung, im speziel-

209) Vgl. Günther Hertwig: Allgemeine Biologie. 6./7. Auflage. Jena 1922, S. IV.

210) Vgl. Richard Weissenberg, a.a.O., S. 28.

211) Allgemeine Biologie, S. X.

212) Franz Keibel: In: Anat. Anzeiger 56 (1923), S. 376.

len Befund das Walten allgemeiner Gesetze zu erkennen und so ein großes Tatsachenmaterial unter allgemeinen Gesichtspunkten zusammenzufassen, zu ihrer reifsten Auswirkung."²¹³⁾

Am bezeichnendsten erscheint mir jedoch, wie Oscar Hertwig selbst, als Ausdruck seiner Bescheidenheit dem eigenen Werk gegenüber, sein Lehrbuch beurteilt: "Daß in der Darstellung und Auswahl des Stoffes noch viele Lücken bestehen, und daß der Inhalt einer allgemeinen Biologie, wie er mir vorschwebt, noch in sehr ungleichmäßiger Weise behandelt worden ist und noch mancher wichtigen Kapitel entbehrt, die hierher gehören und zur Vervollständigung und Abrundung der Lehre vom Leben hätten aufgenommen werden müssen, bin ich mir wohl bewußt."²¹⁴⁾

3. Handbuch der Entwicklungslehre

Die Jahrhundertwende schien Oscar Hertwig ein geeigneter Anlaß zu sein, ein großes "Handbuch der vergleichenden und experimentellen Entwicklungslehre der Wirbeltiere"²¹⁵⁾ herauszugeben. Das dreibändige Werk begann 1901 in rascher Folge zu erscheinen und war 1906 vollendet.

Daß ein derartiges Unternehmen die Arbeitskraft eines einzelnen Forschers überfordern würde, stand für Oscar Hertwig außer Frage. So zog er es vor, als Organisator²¹⁶⁾ die Initiative zu ergreifen, indem er 25 Biologen und Embryologen²¹⁷⁾ dazu bewog, das geplante Werk gemeinsam in Angriff zu nehmen. Gemäß seinem Selbstverständnis von Achtung und Toleranz gewährte er jedem Autor die Freiheit, die übernommenen Themen nach eigenen Vorstellungen auszuarbeiten.²¹⁸⁾

Gleich zu Beginn des Vorwortes beschreibt Oscar Hertwig einen auffallenden Notstand auf dem Gebiet der Entwicklungs-

213) Richard Weissenberg, a.a.O., S. 28.

214) Oscar Hertwig: Allgemeine Biologie. Vorwort zur 3. Auflage. Jena 1909.

215) Handbuch der vergleichenden und experimentellen Entwicklungslehre der Wirbeltiere. Hrsg. von Oscar Hertwig. Jena 1906.

216) Vgl. Franz Keibel, a.a.O., S. 376.

217) Unter diesen befanden sich so bedeutende Forscher wie Walther Flemming, Franz Keibel, Wilhelm Waldeyer und Richard Hertwig.

218) Vgl. Handbuch der Entwicklungslehre, S. V.

lehre, der ihn hauptsächlich veranlaßte, das Handbuch herauszugeben. Das letzte Handbuch der vergleichenden Entwicklungsgeschichte hatte Francis Balfour²¹⁹⁾ im Jahre 1880²²⁰⁾ geschrieben. In der Zwischenzeit hatten zwar Eugen Korschelt und Karl Heider ihr Lehrbuch der Entwicklungsgeschichte der wirbellosen Tiere²²¹⁾ veröffentlicht, "aber eine vergleichende Entwicklungsgeschichte der Wirbeltiere, welche in Anbetracht der zahlreichen, seit 1880 erschienenen, über alle Klassen der Wirbeltiere sich erstreckenden Abhandlungen ein besonders dringendes Bedürfnis gewesen wäre, blieb ungeschrieben."²²²⁾ Auch die umfassenden Lehrbücher der Entwicklungslehre des Menschen und der Wirbeltiere, die in den verschiedenen Ländern erschienen waren, vermochten die Lücke nicht zu schließen, da die vergleichende Entwicklungsgeschichte in ihnen nicht angemessen berücksichtigt worden war. Außerdem wäre ein Lehrbuch von vornherein überfordert, die Erwartungen zu erfüllen, die im allgemeinen und von Hertwig an ein Handbuch gestellt werden: "Die Aufgabe des Handbuchs besteht vor allen Dingen darin, einen erschöpfenden, auf quellenmäßiger Darstellung beruhenden Ueberblick über das Gesamtgebiet der vergleichenden Entwicklungslehre zu geben. In ihm ist mit möglichster Vollständigkeit die ganze entwicklungsgeschichtliche Litteratur durchgearbeitet und es sind auf solcher Grundlage die als gesichert erscheinenden Ergebnisse, die noch strittigen Fragen und die leitenden und sich immer mehr verfeinernden Probleme der Forschung zusammengefaßt worden."²²³⁾

Was die Methode anbelangt, das zu verarbeitende Material anzuordnen, nennt Oscar Hertwig zwei Möglichkeiten.²²⁴⁾

219) Francis M. Balfour: Comparative embryology. London 1880-81.

220) Vgl. Handbuch der Entwicklungslehre, S. III.

221) Eugen Korschelt u. Karl Heider: Lehrbuch der vergleichenden Entwicklungsgeschichte der wirbellosen Tiere. Jena 1890-93.

222) Handbuch der Entwicklungslehre, S. III.

223) Ebenda, S. IVf. Vgl. Lehrbuch der Entwicklungsgeschichte des Menschen und der Wirbeltiere, S. 3.

224) Zur Methodenfrage vgl. Lehrbuch der Entwicklungsgeschichte, S. 1-2.

Als Einteilungskriterien könnten zum einen die verschiedenen Klassen der Wirbeltiere, zum anderen die Stadien des Entwicklungsprozesses dienen. Während die erste Methode für die Wirbellosen durchaus geeignet erscheint, da zwischen den einzelnen Klassen große morphologische Unterschiede bestehen, trifft man bei den Wirbeltieren auf eine ganz andere Sachlage: "Denn in den einzelnen Klassen des Wirbeltierstammes treten die gemeinsamen Grundzüge einer typischen Organisation überall deutlich hervor und gestatten eine auf wissenschaftlicher Basis durchgeführte Vergleichung. Daher ist es für ein Handbuch der vergleichenden Entwicklungsgeschichte der Wirbeltiere das richtigere und jedenfalls das wissenschaftlichere Prinzip, nicht die Klassen des Systems, sondern die einzelnen Stadien des Entwicklungsprozesses und die einzelnen Organsysteme der Einteilung zu Grunde zu legen."²²⁵⁾

Abschließend soll ein kurzer Blick auf den Inhalt des Handbuches geworfen werden. Ganz allgemein fällt auf, daß die experimentelle Entwicklungslehre²²⁶⁾ stärker als üblich berücksichtigt wurde. Diese Tatsache dürfte jedoch nicht überraschen, da Oscar Hertwig dieser Zweig der Entwicklungslehre von jeher besonders am Herzen lag.

Oscar Hertwig war schon immer an der Geschichte seines Faches interessiert.²²⁷⁾ Er versucht, in der Einleitung dem historischen Aspekt gerecht zu werden, wohl wissend, daß geschichtlicher Prozeß und Tatbestand erst das rechte Verständnis für die Gegenwart liefern. Nachdem er zunächst die wesentlichen Erkenntnisse auf dem Gebiet der Entwicklungslehre des 16.-18. Jahrhunderts referiert hat, wendet er sich eingehend der Entwicklungslehre im 19. Jahrhundert zu, von der er behauptet: "Mehr als jemals zuvor ist das Studium der Entwicklungslehre im 19. Jahrhundert durch zahlreiche Untersuchungen und durch bahnbrechende Entdeckungen gefördert worden."²²⁸⁾ Hertwig unterscheidet

225) Handbuch der Entwicklungslehre, S. IV.

226) Vgl. ebenda, S. V.

227) Vgl. S. 18 dieser Dissertation.

228) Handbuch der Entwicklungslehre, Bd. 1, Teil 1, 1. Hälfte, S. 35.

zwei Forschungsrichtungen, die er als morphologische und als physiologische gesondert bespricht. Seine Einleitung schließt Oscar Hertwig mit einer umfassenden allgemeinen Literaturübersicht ab, die sowohl über Lehrbücher und Tafelwerke als auch über entwicklungsgeschichtliche Schriften und Abhandlungen, nach den einzelnen Wirbeltierklassen geordnet, informiert.

Das Werk wird nun eröffnet mit Kapiteln über die Keimzellen, die Eireife, die Befruchtung und den Furchungsprozeß. Die nächsten beiden Kapitel, die die Lehre von den Keimblättern²²⁹⁾ sowie das Thema Mißbildungen - Mehrfachbildungen²³⁰⁾ behandeln, sind wiederum von Oscar Hertwig bearbeitet worden.

Zur Lehre von den Keimblättern hätte sich sicherlich kaum ein kompetenterer Forscher als Hertwig äußern können. Er hatte sich in den Jahren zwischen 1878-1883 intensiver als jeder andere mit ausgedehnten Keimblätterstudien befaßt.²³¹⁾

Sein Handbuchkapitel zu diesem Thema gliedert Hertwig in:

1. Geschichte der Blättertheorie und einige einleitende Betrachtungen, 2. Entwicklung der Keimblätter in den einzelnen Klassen der Wirbeltiere. Kurzgefaßte Darstellungen der Gastraeatheorie, der Cölomtheorie und der Urmundtheorie, die Hertwig als die Ergebnisse der Keimblattlehre ansieht, beschließen das Kapitel.

In Oscar Hertwig hat wohl auch das nächste Kapitel einen geeigneten und sachkundigen Bearbeiter gefunden. Zahlreich

229) Die Lehre von den Keimblättern. In: Handbuch der vergl. u. exper. Entwicklungslehre der Wirbeltiere Bd. 1, Tl. 1, Hälfte 1 (1906), S. 699-966 (erschieden im April 1903).

230) Mißbildungen und Mehrfachbildungen, die durch Störung der ersten Entwicklungsprozesse hervorgerufen werden. In: Handbuch d. vergl. u. exper. Entwicklungslehre der Wirbeltiere Bd. 1, Tl. 1, Hälfte 1 (1906), S. 967-1018 (erschieden im August 1903).

231) Vgl. hierzu die Ausführungen auf S. 47, 50-54 dieser Arbeit.

sind die Studien²³²⁾, die Oscar Hertwig vor allem zwischen 1892-1899 zu dem Thema: "Mißbildungen und Mehrfachbildungen, die durch Störung der ersten Entwicklungsprozesse hervorgerufen werden", durchgeführt hat.

Nachdem in diesem ersten Komplex mehr allgemeine Themen und Probleme behandelt wurden, folgt nun sozusagen der spezielle Teil des Werkes. In etwa zwanzig Kapiteln wird nacheinander die Entwicklung eines jeden Organs bzw. Organsystems eingehend beschrieben. An diese schließt sich noch ein Kapitel mit Ausführungen zum Regenerationsvermögen der Wirbeltierembryonen an.

Im Schlußkapitel geht Oscar Hertwig auf die "Stellung der vergleichenden Entwicklungslehre zur vergleichenden Ana-

232) Zum Thema "Mißbildungen - Mehrfachbildungen" wären u.a. folgende Arbeiten anzuführen:

Oscar Hertwig: Urmund und Spina bifida. Eine vergleichend morphologische, teratologische Studie an mißgebildeten Froscheiern. In: Arch. mikroskop. Anat. 39 (1892), S. 353-503.

Oscar Hertwig: Ueber den Werth der ersten Furchungszellen für die Organbildung des Embryo. Experimentelle Studien am Frosch- und Tritonei. In: Arch. mikroskop. Anat. 42 (1893), S. 662-807.

Oscar Hertwig: Beiträge zur experimentellen Morphologie und Entwicklungsgeschichte. I: Die Entwicklung des Froscheies unter dem Einfluß schwächerer und stärkerer Kochsalzlösungen. In: Arch. mikroskop. Anat. 44 (1895), S. 285-344.

Oscar Hertwig: Experimentelle Erzeugung thierischer Mißbildungen. In: Festschrift zum siebenzigsten Geburtstag von Carl Gegenbaur, Bd. 2, Leipzig 1896, S. 87-101.

Oscar Hertwig: Über einige am befruchteten Froschei durch Centrifugalkraft hervorgerufene Mechanomorphosen. In: Sitz.-Ber. Preuß. Akad. Wiss. Berlin 1897, S. 14-18.

Oscar Hertwig: Ueber den Einfluß der Temperatur auf die Entwicklung von Rana fusca und Rana esculenta. In: Arch. mikroskop. Anat. 51 (1898), S. 319-381.

Oscar Hertwig: Beiträge zur experimentellen Morphologie und Entwicklungsgeschichte 4: Ueber einige durch Centrifugalkraft in der Entwicklung des Froscheies hervorgerufene Veränderungen. In: Arch. mikroskop. Anat. 53 (1899), S. 415-444.

tomie, zur Systematik und Descendenztheorie"²³³⁾ näher ein. Er hat dabei insbesondere das biogenetische Grundgesetz Ernst Haeckels²³⁴⁾ und die Lehre, nach welcher sich die Ontogenese in eine Palingenesis und eine Cenogenesis zerlegen läßt²³⁵⁾, genauer analysiert. Als Schlußpunkt definiert Oscar Hertwig: "Aufgabe und Ziel der vergleichenden Entwicklungslehre und der vergleichenden Anatomie ist die Feststellung der gesetzmäßigen Verhältnisse, die der pflanzlichen und tierischen Formbildung zu Grunde liegen."²³⁶⁾

4. Oscar Hertwigs Beitrag zur Lehre

Dieses Teilkapitel über die Lehr- und Handbücher Oscar Hertwigs möchte ich nicht abschließen, ohne auf einen gewissen Vorwurf eingegangen zu sein, der mancherorts innerhalb der Sekundärliteratur Hertwig gegenüber erhoben wird. So lesen wir beispielsweise bei Günter Tembrock, Oscar und Richard Hertwig miteinander vergleichend: "So hat er (Oscar Hertwig) auch keinen eigentlichen Schülerkreis gewonnen, fast im Gegensatz zu seinem Bruder Richard, der als Ordinarius der Zoologie in München wohl den größten Schülerkreis²³⁷⁾ besaß, den je ein Zoologe in Deutschland hatte, und aus dem hervorragende Persönlichkeiten hervorgegangen sind."²³⁸⁾

233) Ueber die Stellung der vergleichenden Entwicklungslehre zur vergleichenden Anatomie, zur Systematik und Descendenztheorie. (Das biogenetische Grundgesetz, Palingenese und Cenogenese.) In: Handbuch d. vergl. u. exper. Entwicklungslehre der Wirbeltiere Bd. 3, Tl. 3 (1906), S. 149-183 (erschieden am 15. September 1906).

234) Vgl. Handbuch der Entwicklungslehre, Bd. 3, Tl. 3, S. 155-163.

235) Vgl. ebenda, Bd. 3, Tl. 3, S. 174-176.

236) Ebenda, Bd. 3, Tl. 3, S. 176.

237) In einer Anmerkung schreibt Tembrock: "Zum 70. Geburtstag gratulierten ihm ca. 450 frühere Doktoranden, darunter etwa 90 Vertreter von Lehrstühlen oder entsprechenden Stellungen." (S. 212).

238) Günter Tembrock: Oscar Hertwig (1849-1922). In: Geschichte der Mikroskopie. Leben und Werk großer Forscher. Bd. 1 Biologie. Hrsg. v. Hugo Freund und Alexander Berg. Frankfurt 1963, S. 211f. Vgl. Franz Keibel, a.a.O., S. 376; Richard Weissenberg, a.a.O., S. 39.

Wenden wir uns für einen kurzen Augenblick dem Wesen Oscar Hertwigs und seiner Persönlichkeitsstruktur zu, so werden wir rasch eine Erklärung finden, warum Oscar Hertwig keine eigene Schule begründet hat. Lassen wir hierzu nochmals Richard Weissenberg, den einen der beiden Schüler Oscar Hertwigs, zu Worte kommen, der seinen Lehrer als einen äußerst zurückhaltenden, fast introvertierten Menschen beschreibt, "wenig zu Gesprächen geneigt" und "bisweilen geradezu wortkarg". Andererseits betont er, Verständnis für seinen Lehrer zu erwecken: "Seine souveräne Meisterschaft auf seinem Forschungsgebiet bewirkte es, daß er meist ohne Assistenz arbeitete." "In seiner durchaus selbständigen Natur mag es auch begründet gewesen sein, daß er den im Laboratorium Arbeitenden nur wenig Hilfe zu geben pflegte. Im Gegensatz zu seinem Bruder Richard, der weit mitteil-samer seiner großen Schar von Schülern Anregungen gab, hatte Oscar Hertwig im allgemeinen wenig Interesse daran, Themata zu stellen."²³⁹⁾

Dennoch möchte ich fragen, um Oscar Hertwig Gerechtigkeit widerfahren zu lassen, ob dieses Manko nicht um ein Vielfaches aufgewogen wurde durch die ausgezeichneten und engagiert gehaltenen Vorlesungen²⁴⁰⁾ und noch mehr durch die weitverbreiteten, ganz nach den Bedürfnissen der Lernenden ausgerichteten Lehrbücher. In diesem Sinne behauptet wohl auch Franz Keibel: "Eine Schule im eigentlichen Sinne hat Hertwig nicht gehabt, aber schließlich war eigentlich jeder, der in dem letzten Menschenalter auf dem Gebiet der Biologie und Entwicklungsgeschichte arbeitete, ein Schüler Oskar Hertwigs."²⁴¹⁾ Und Paula und Günther Hertwig betonten darüber hinaus in ihrem Vorwort zur Weissenberg-Biographie: "Ihm (Oscar Hertwig) verdankt eine ganze Generation von Biologen und Ärzten, die entweder unmittelbar seine Hörer und Schüler waren oder aus seinen Büchern

239) Richard Weissenberg, a.a.O., S. 38f.

240) Vgl. S. 20 dieser Arbeit.

241) Franz Keibel, a.a.O., S. 376. Vgl. auch Günter Tembrock, a.a.O., S. 213. Ferner Victor Franz (Hrsg.): Ernst Haeckel. Sein Leben, Denken und Wirken. Bd. 1. Jena und Leipzig 1943, S. 9.

und Schriften lernten, nicht nur eine Bereicherung ihres Wissens, sondern auch die Formung ihres biologischen Weltbildes."²⁴²⁾

IV. Philosophisch-volkswirtschaftliche Arbeiten

Schon um die Jahrhundertwende begann Oscar Hertwig, Schriften²⁴³⁾ zu verfassen, die über die Biologie hinausgehende Themen zum Inhalt hatten. Seine geistige Offenheit und sein ausgeprägtes Verantwortungsbewußtsein²⁴⁴⁾ der Menschheit gegenüber gestatteten es Oscar Hertwig offensichtlich nicht, sein Wirken auf die biologische Wissenschaft zu beschränken. Immer wieder erhob er seine Stimme, um zu aktuellen politischen und sozialen Fragen Stellung zu nehmen. Hertwigs tiefe Liebe zum deutschen Vaterland²⁴⁵⁾ offenbart sich besonders in den Schriften, die während und nach dem ersten Weltkrieg entstanden sind, in der Absicht, dem deutschen Volk zum geistigen Wiederaufbau zu verhelfen.²⁴⁶⁾ In diesen drückt Hertwig u.a. auch seine ethischen Ideale und Forderungen aus. So tritt er beispielsweise für soziale Gerechtigkeit ein, befürwortet die Bildung des Arbeiterstandes sowie die Zulassung der Frauen zum Universitäts-

242) Richard Weissenberg, a.a.O., S. 10.

243) Oscar Hertwig: Die Lehre vom Organismus und ihre Beziehung zur Socialwissenschaft. Berlin 1899.

Oscar Hertwig: Das Leben der Zellen im Zellenstaat, verglichen mit Vorgängen im Organismus der menschlichen Gesellschaft. In: Dtsch. Revue 28, 2 (1903), S. 198-210.

Oscar Hertwig: Der Mensch ein Zellenstaat und die Gesetze des Zellenlebens. In: Bl. Volksgesundheitspflege 4 (1904), S. 1-5, 17-22.

Oscar Hertwig: Das Bildungsbedürfnis und seine Befriedigung durch deutsche Universitäten. Berlin 1905.

Oscar Hertwig: Die Entwicklung der Biologie im 19. Jahrhundert. 2. Aufl. mit einem Zusatz über den gegenwärtigen Stand des Darwinismus. Jena 1908.

244) Vgl. Richard Weissenberg, a.a.O., S. 11.

245) Vgl. Franz Keibel, a.a.O., S. 377.

246) Vgl. Oscar Hertwig: Zur Abwehr des ethischen, des sozialen, des politischen Darwinismus. Jena 1918, S. IV.

studium²⁴⁷⁾ und fordert eine von dogmatischen Fesseln freie Forschung.²⁴⁸⁾

Im Rahmen dieser Dissertation ist es nicht möglich, die ganze Fülle der in den philosophisch-volkswirtschaftlichen Arbeiten dargelegten Gedanken anzuführen. Ich möchte mich daher auf zwei Themen konzentrieren, die bei Hertwig hoch rangieren: das Verhältnis von Biologie und Sozialwissenschaft und die Darwinismusabwehr. Diesen widmet Hertwig die letzten Jahre seines Schaffens fast ausschließlich. Es ist gleichzeitig eine Konkretisierung und praktische Anwendung zunächst allgemein geäußerter Gedanken.

1. Beziehung: Biologie - Sozialwissenschaft

Bereits frühzeitig fragt Hertwig, welche Stellung die Biologie zu den übrigen Naturwissenschaften und den Geisteswissenschaften einnimmt. Er ist überzeugt, daß sich die Biologie durch eine zentrale Stellung in der Gemeinschaft der Wissenschaften²⁴⁹⁾ auszeichnet. Hertwig begründet dies so: "Ihr Gebiet dehnt sich nach allen Richtungen aus, mit den verschiedensten andern Wissenschaften in engere Beziehungen tretend. In der einen Richtung, auf Chemie und Physik gestützt, wird sie zur Biochemie und Biophysik. In entgegengesetzter Richtung gewinnt sie wieder Fühlung mit den Geisteswissenschaften, die sich auf rein menschliches Wesen beziehen, mit Psychologie und Soziologie, mit Ethik und Religion. Materielle und geistige Welt werden durch sie in Verbindung gesetzt."²⁵⁰⁾

Besonders interessiert sich Hertwig für biologisch-soziologische Zusammenhänge, denen neben einigen anderen vor allem das letzte von ihm im Jahre 1922 veröffentlichte Werk gewidmet ist. Es trägt den Titel "Der Staat als Orga-

247) Vgl. Oscar Hertwig: Das Bildungsbedürfnis und seine Befriedigung durch deutsche Universitäten. Berlin 1905.

248) Vgl. Die Entwicklung der Biologie im 19. Jahrhundert, S. 30/31.

249) Vgl. Die Lehre vom Organismus, S. 17.

250) Die Entwicklung der Biologie im 19. Jahrhundert, S. 30.

nismus. Zur Entstehung der Menschheit."²⁵¹⁾ Hertwig versucht, biologische Erkenntnisse mit der sozialen Entwicklung in Verbindung zu bringen. Parallelen zwischen der Struktur und den Lebensprozessen des tierischen und des sozialen Organismus zu ziehen, erscheint Hertwig legitim, da nach seiner Auffassung für beide "Organismen" die gleichen allgemeinen Naturgesetze gelten. So können jeweils Zelle und Mensch sowie tierischer Organismus und Staat miteinander verglichen werden.²⁵²⁾ Dazu benennt Oscar Hertwig folgende "Naturgesetze": Bei beiden Organismen finden sich Phasen der Entwicklung, der Blütezeit und des Verfalls.²⁵³⁾ Ebenso reagieren beide in gleicher Weise auf äußere und innere Einwirkungen. "Eines bedingt das andere im organischen Geschehen. Wenn das Ganze sich ändert, müssen auch die Teile sich ändern und ebenso umgekehrt."²⁵⁴⁾ Ferner konstatiert Hertwig hier wie da die Tendenz zur Höherentwicklung der Organisation²⁵²⁾, gleichbedeutend mit einer Zunahme in der Differenzierung²⁵⁶⁾, die anders formuliert den Gesetzen der Arbeitsteilung²⁵⁷⁾ und der Integra-

251) Oscar Hertwig: Der Staat als Organismus. Gedanken zur Entwicklung der Menschheit. Jena 1922. Hertwig beschreibt darin, wie die Gesetze der Organisation des Einzellebewesens als Vorbild zur Vervollkommenung staatlicher Organisation dienen könnten. Die Staaten der Menschen faßt er als im Werden begriffene biologische Einheiten höherer Ordnung auf.

252) Vgl. die Lehre vom Organismus, S. 32.

253) Vgl. ebenda, S. 18.

254) Der Staat als Organismus, S. 262; vgl. ferner: Die Lehre vom Organismus, S. 19, 34, 35. An anderer Stelle erläutert Hertwig seine Aussage in bezug auf den staatlichen Organismus: "... dass zumal in den gebildeten Kreisen der Nation die Einsicht zugenommen hat, dass die Umwälzungen im Wirtschafts- und Verkehrsleben und die der Menschheit durch naturwissenschaftliche Technik zur Verfügung gestellten grossen Macht-, Bildungs- und Genussmittel eingreifende Veränderungen in der sozialen Organisation des Staates mit Naturnotwendigkeit allmählich in dieser oder jener Form nach sich ziehen müssen." (S. 28).

255) Vgl. Die Lehre vom Organismus, S. 18.

256) Vgl. Die Entwicklung der Biologie im 19. Jahrhundert, S. 5-6.

257) Vgl. Der Staat als Organismus, S. 49-55. Der Sinn der Arbeitsteilung liegt nach Hertwig darin, "dass erst hierdurch wahre menschliche Kultur entsteht, in welcher jeder seine besten Fähigkeiten einzig und allein offenbar machen kann, ..." (Die Lehre vom Organismus,

tion²⁵⁸⁾ entspricht. Dadurch wird zwangsläufig die gegenseitige Abhängigkeit verstärkt, d.h. es kommt zu einem Verlust an Eigenständigkeit.²⁵⁹⁾ "Je höher in der Reihe der Tiere die einzelnen Arten organisiert und differenziert sind, umso mehr ist im tierischen Körper ein jeder der verschiedenen Teile von dem Leben des Ganzen abhängig geworden." "Denn bei organischen Entwicklungsprozessen geht ... dem Prozess der Differenzierung des Körpers in verschiedenen funktionierende Teile ein zweiter gleich wichtiger Prozess parallel, der Prozess der Integration oder der grösseren Unterordnung und Einordnung der Teile unter die Herrschaft des Ganzen." Da es sich nach Oscar Hertwig bei der staatlichen Entwicklung ähnlich verhält, erwachsen dem Staat daraus sittliche Verpflichtungen den "schwachen Gliedern" gegenüber und die schwierigen Aufgaben einer gerechten Sozialpolitik.²⁶⁰⁾

Um die Parallele "Zelle - Mensch" zu verdeutlichen, führt Hertwig die ihm sehr wichtig erscheinende Lehre der allgemeinen Biologie an, daß sich die Zellen einer höheren zusammengesetzten Lebenseinheit sowohl durch die allgemeinen, d.h. Arteigenschaften als auch durch besondere Eigenschaften in der Form der geweblichen Differenzierung auszeichnen, durch die eine spezifische Leistung erst ermöglicht wird.²⁶¹⁾

Aus der zentralen Stellung der Biologie leitet nun Oscar Hertwig Aufgaben und Möglichkeiten ab, in denen gleichzeitig seine Idealvorstellungen ihren Niederschlag finden. "Und so wird die Biologie im neu anbrechenden Jahrhundert ... an der inneren Kultur des Menschengeschlechts in hervorragender Weise mitzuwirken berufen sein, es auf eine

258) Vgl. Der Staat als Organismus, S. 55-61; vgl. ferner: Allgemeine Biologie, Kap. 17, S. 410-426.

259) Vgl. Der Staat als Organismus, S. 61-66; vgl. ferner: Die Lehre vom Organismus, S. 31.

260) Vgl. Die Lehre vom Organismus, S. 20.

261) Vgl. ebenda, S. 32.

höhere Stufe intellektueller Einsicht, sowie sozialer und moralischer Lebenshaltung erhebend; sie wird so die Zeit mit herbeiführen, wo die wunderbaren Fortschritte, welche das 19. Jahrhundert auf chemisch-physikalischem Gebiet durch die technische Beherrschung der Naturkräfte gebracht hat, kommenden Generationen erst zum vollen Segen gereichen."²⁶²⁾ Der Wunsch, daß der Fortschritt auf technischem und naturwissenschaftlichem Gebiet auch den kulturellen und sozialen Fortschritt nach sich ziehen möge, steht im Mittelpunkt aller Schriften Hertwigs, die sich mit dieser Thematik befassen. "Indessen wollen wir an der Hoffnung festhalten, dass unser deutsches Reich aus dem naturwissenschaftlich-sozialen Evolutionsprozess²⁶³⁾ unserer gegenwärtigen Geschichtsepoche geläutert und gekräftigt hervorgeht, emporgehoben durch die der Menschheit verliehenen neuen, kolossalen Machtmittel auf eine höhere Stufe staatlicher Organisation mit reicherem sittlichen Inhalt."²⁶⁴⁾ Denn nur ein hochentwickeltes Staatswesen kann seine Aufgaben in vollem Umfang erfüllen, nämlich die Voraussetzungen dafür zu schaffen, daß "menschliche Tugend und Begabung sich zu voller Blüte entfalten können."²⁶⁵⁾

262) Die Entwicklung der Biologie im 19. Jahrhundert, S. 30/31, vgl. auch S. 4.

263) Oscar Hertwig tritt für eine soziale Evolution ein. Revolution lehnt er strikt ab, auch hierbei auf die Parallele zum Tier- und Pflanzenreich verweisend, wo sich gezeigt hat, daß nur maßvolle schrittweise Veränderungen sinnvoll und nützlich sind: "Gewalttätige Einwirkungen rufen Störungen im Organismus aber gewöhnlich keine bleibenden Veränderungen hervor, während solche bei gleichbleibenden, aber weniger intensiven Einflüssen langsam und kaum merkbar eintreten." (Die Lehre vom Organismus, S. 34.)

264) Die Lehre vom Organismus, S. 21.

265) Ebenda, S. 3, vgl. auch S. 18.

2. Darwinismusabwehr

Als Hauptanliegen des alten Hertwig kristallisiert sich vielleicht überraschenderweise, wenn man sich an seine Lehrer erinnert, die radikale Abwehr des Darwinismus heraus. Wenn sich Hertwig auch bereits ab 1900²⁶⁶⁾ kritisch zu äußern beginnt, dauert es noch 16 Jahre, bis er seine komplett ausgearbeitete Darwinismuskritik veröffentlicht in dem 700 Seiten starken Werk "Das Werden der Organismen. Eine Widerlegung von Darwins Zufallstheorie."²⁶⁷⁾ Nachdem das darwinistische Gedankengut durch unzählige, vor allem auch populäre Darstellungen bereits in weiten Kreisen der Bevölkerung bekannt geworden war, fühlte sich Oscar Hertwig verpflichtet, einmal die Gegenposition in allgemein-verständlicher Sprache zu publizieren.²⁶⁸⁾

266) Oscar Hertwig: Die Entwicklung der Biologie im 19. Jahrhundert. 1. Aufl. Jena 1900. 2. Aufl. mit einem Zusatz über den gegenwärtigen Stand des Darwinismus. Jena 1908. "Aufgefordert, an der Jahrhundertwende auf der Versammlung deutscher Naturforscher zu Aachen einen Vortrag über die Entwicklung der Biologie im 19. Jahrhundert zu halten, benutzte ich die Gelegenheit, meine Zweifel über die Richtigkeit der Selektionstheorie zum ersten Mal öffentlich auszusprechen." (Das Werden der Organismen, S. III).

267) Oscar Hertwig: Das Werden der Organismen. Eine Widerlegung von Darwin's Zufallstheorie. Jena 1916; ²1918; ³1922. - Spanische Übersetzung unter dem Titel: Génesis de los organismos. Tomo 1, 2. Versión española de Fernando Lorente de Nó. Madrid 1929. Vgl. hierzu auch Otto Steche: Kritische Bemerkungen zu Oskar Hertwigs Werk: Das Werden der Organismen. Eine Widerlegung von Darwins Zufallstheorie. Frankf. Univ.-Ztg. 2 (1916), S. 194-196. Fritz Lenz: Oskar Hertwigs Angriff gegen den "Darwinismus" und die Rassenhygiene. In: Arch. Rassen- u. Gesellschafts-Biol. (1921), S. 194-203. Zum Stellenwert, den das Problem "Werden der Organismen" in Hertwigs Schaffen einnimmt: "Schon lange war es mein Plan, für die vielumstrittenen Fragen vom Werden der Organismen, die mich als jungen Studenten unter dem anregenden, unmittelbaren Einfluß von Haekel mit Interesse erfüllten, und mir seitdem bei meinen eigenen Forschungen als Leitstern gedient haben, die mich am meisten befriedigende Antwort zu suchen und mit ihr meine Lebensarbeit zum Abschluß zu bringen." (S. V).

268) Vgl. Werden der Organismen, S. VI.

Seine scharfe Kritik wendet sich allerdings weniger gegen Charles Darwin selbst, als vielmehr gegen Ernst Haeckel, den er den "Propheten des Darwinismus"²⁶⁹⁾ nennt, und noch mehr gegen den Ultradarwinisten August Weismann, der die Darwinsche Lehre mit allen Mitteln der Dialektik zu einem komplexen System ausgebaut hat und dabei weit über Darwins Absichten hinausging.²⁷⁰⁾

Oscar Hertwig hat sich im Laufe der Jahre aus einem Lieblingsschüler Haeckels²⁷¹⁾ zu einem Anhänger des Lamarckismus und gleichzeitig entschiedenem Gegner des Darwinismus gewandelt. Um nun kein Mißverständnis entstehen zu lassen, muß folgendes ausdrücklich gesagt werden: Natürlich versteht Hertwig unter Darwinismus nicht die Deszendenztheorie, zu der auch er sich uneingeschränkt bekennt: "In diesem wissenschaftlichen Streit, mit dem unser Jahrhundert schließt, muß man wohl unterscheiden zwischen Entwicklungslehre und Selektionstheorie. Beide stehen auf einem sehr verschiedenen Grund und Boden. Denn mit Huxley können wir sagen: 'Wenn die Darwinsche Hypothese auch weggeweht würde, die Entwicklungslehre würde noch stehen bleiben, wo sie stand.' In ihr besitzen wir eine auf Tatsachen beruhende, bleibende Errungenschaft unseres Jahrhunderts, die jedenfalls mit zu ihren größten gehört."²⁷²⁾

269) Vgl. Oscar Hertwig: Zur Abwehr des ethischen, des sozialen, des politischen Darwinismus. Jena 1918, S. 4 u. 5. Vgl. Gunter Mann: Ernst Haeckel und der Darwinismus: Popularisierung, Propaganda und Ideologisierung. In: Med. hist. J. 15 (1980), S. 269-283.

270) Vgl. Werden der Organismen, S. IV u. 637. Vgl. Francis Darwin (Hrsg.): Die Fundamente zur Entstehung der Arten. Zwei in den Jahren 1842 und 1844 verfasste Essays von Charles Darwin. Leipzig u. Berlin 1911. In diesen Essays wird deutlich, wieviel gemäßiger Darwins Ansichten waren im Vergleich zu den Positionen, die Haeckel und Weismann vertraten.

271) Vgl. den Briefwechsel zwischen Haeckel und den Brüdern Hertwig, veröffentlicht von Victor Franz, a.a.O., S. 53, 54, 59, 61 u. 65. Oscar Hertwig beendete den brieflichen Kontakt zu Haeckel bereits 1904, während Richard Hertwig bis zum Tode Haeckels mit ihm korrespondierte.

272) Die Entwicklung der Biologie im 19. Jahrhundert, S. 15, vgl. auch S. 45f.

Grundsätzlich beanstandet Hertwig am Darwinismus, daß er sich vieldeutiger, unwissenschaftlicher Ausdrücke und Erklärungsformeln bedient, wie beispielsweise "Kampf ums Dasein, Auswahl des Passenden, Selektion" etc. "Mit zu allgemein gehaltenen Ausdrücken erklärt man aber den einzelnen Fall nicht oder man ruft nur den Schein einer Erklärung hervor, während die wahren ursächlichen Zusammenhänge nach wie vor im Dunkeln bleiben."²⁷³⁾

Dringend erforderlich erscheint Hertwig die Widerlegung der Selektionstheorie als universales Erklärungsprinzip (Universalformel), da diese das außerordentlich komplexe Problem der Entstehung der Organismenwelt in unzulässiger Weise vereinfacht²⁷⁴⁾, als ob es durch ein Allheilmittel zu lösen wäre. Darüber hinaus kranke die Selektionstheorie an folgendem inneren logischen Widerspruch: "Denn für sich allein betrachtet, kann eine Auswahl bei den Organismen, bei denen sie vorgenommen wird, keine neuen Eigenschaften hervorrufen. Diese müssen bereits vorhanden sein, ehe eine Auswahl beginnen kann; sie müssen also durch Ursachen bewirkt sein, die ganz außerhalb des Machtbereichs der Selektion liegen."²⁷⁵⁾

Besonders heftige Kritik übt Hertwig auch an Darwins Vorstellung vom Weg, der zur Herausbildung der höheren Formen führen sollte, d.h. dem Kampf ums Dasein als Zufallstheorie. Indem die Darwinisten den Zufall zur Grundlage für die Erforschung der Organismenwelt erheben, reduzieren sie die Bedeutung und den Stellenwert des Kausalitätsgesetzes innerhalb der Biologie. Nach Hertwig entsteht dadurch ein Gegensatz zwischen Biologie und Chemie, Physik etc., wobei die Biologie eine Abwertung erfährt. Außerdem hat sich der Darwinismus dadurch auch in einen scharfen Gegensatz zu den Aufgaben und Zielen der exakten Naturwissenschaften

273) Die Entwicklung der Biologie im 19. Jahrhundert, S. 14, vgl. Werden der Organismen, S. 700.

274) Vgl. Die Entwicklung der Biologie im 19. Jahrhundert, S. 15.

275) Werden der Organismen, S. 698, vgl. auch S. 656 u. 701.

gestellt, die danach streben, jene Gesetze zu erforschen, nach denen bestimmte Ursachen bestimmte Wirkungen hervor-rufen.²⁷⁶⁾

Die Ursache der Stammesentwicklung sieht Hertwig nicht in der darwinistischen Zuchtwahl, sondern in der auf gesetz-mäßiger Wechselwirkung von mannigfachen inneren und äußeren Ursachen beruhenden aktiven Anpassung²⁷⁷⁾ im Gegensatz zu den Darwinisten, wie beispielsweise August Weismann, der die Lehre von der passiven Anpassung der Organismen ver-tritt. Hertwig bezeichnet seine Anschauung mit Carl Wilhelm von Naegeli²⁷⁸⁾ als die Theorie der bestimmten und direkten Bewirkung. Diese versucht nicht, eine Universalformel auf-zustellen wie der Darwinismus mit seiner Selektionstheorie, sondern strebt die "Erkenntnis von Regeln und Gesetzen" an, "unter welche sich Gruppen von Lebenserscheinungen vereinigen und aus denen sich die unter sie fallenden ein-zelnen Lebenserscheinungen dann erklären lassen."²⁷⁹⁾ Des-halb stellen die von Darwin als Auslesematerial vorausge-

276) Vgl. Werden der Organismen, S. 702f. Entschieden kri-tisiert Hertwig auch die inhaltliche Ausweitung des Prinzips "Kampf ums Dasein", ausgehend von Darwins Personalauslese, über Rouxs Histonalausele zu Weis-manns Germinalausele. (Vgl. Allgemeine Biologie, S. 620). Vgl. hierzu Wilhelm Roux: Der Kampf der Teile im Organismus. Ein Beitrag zur Vervollständigung der mechanischen Zweckmäßigkeitslehre. Leipzig 1881. Vgl. ferner August Weismann: Über Germinalselektion. Leiden 1896.

277) Vgl. Werden der Organismen, Kap. 10 u. 11.

278) "Am konsequentesten unter allen Forschern in Deutsch-land ... hat wohl Nägeli in seinen Schriften, zumal in seiner mechanisch-physiologischen Theorie der Ab-stammungslehre, den Standpunkt vertreten, welcher auch der meinige ist und welchen ich in diesem Buch im Zu-sammenhang zu entwickeln versucht habe, daß 'die Ei-genschaften der Organismen die notwendigen Folgen von bestimmten Ursachen seien.' "(Allgemeine Biologie, S. 616f.). Die entsprechende Position in England hatte Herbert Spencer vertreten. Vgl. hierzu Herbert Spencer: Die Prinzipien der Biologie. 2 Bände. Stuttgart 1877; Herbert Spencer: Die Unzulänglichkeit der natürlichen Zuchtwahl. In: Biol. Zentralblatt 14 (1894), S. 262f; August Weismann: Die Allmacht der Naturzüchtung. Eine Erwiderung an Herbert Spencer. Jena 1893.

279) Vgl. Werden der Organismen, S. 698f.

setzten Variationsdifferentiale der Organismen für Oscar Hertwig bestimmte Wirkungen dar, die aus bestimmten Ursachen hervorgegangen sind und nicht, wie der Darwinismus behauptet, richtungslose, regellose und zufällige Erscheinungen, ganz und gar überfordert, den Fortschritt in der Ausbildung der Organismen im Laufe der Erdperioden zu erklären.

Hertwigs Ablehnung des Darwinismus beschränkt sich jedoch nicht auf biologische Probleme. Intensiv setzt sich Hertwig mit den Auswirkungen der darwinistischen Lehre auf anderen Gebieten auseinander, um diese energisch zu bekämpfen.

In einer 1918 gewissermaßen als Anhang zum "Werden der Organismen" erschienenen kleineren Schrift mit dem Titel "Zur Abwehr des ethischen, des sozialen, des politischen Darwinismus"²⁸⁰⁾ bringt Hertwig nochmals eindringlich seine größte Sorge zum Ausdruck. Vehement weist er auf die Gefahr hin, das Schlagwort "Kampf ums Dasein" kritiklos auf die wirtschaftliche, soziale und politische Ebene zu übertragen.²⁸¹⁾ "Man glaube doch nicht, daß die menschliche Gesellschaft ein halbes jahrhundertlang Redewendungen, wie unerbittlicher Kampf ums Dasein, Auslese des Passenden, des Nützlichen, des Zweckmäßigen, Vervollkommenung durch Zuchtwahl etc. in ihrer Übertragung auf die verschiedensten Gebiete, wie tägliches Brot gebrauchen kann, ohne in der ganzen Richtung ihrer Ideenbildung tiefer und nachhaltiger beeinflußt zu werden!"²⁸²⁾

280) Oscar Hertwig: Zur Abwehr des ethischen, des sozialen, des politischen Darwinismus. Jena 1918; 21921. - Schwedische Übersetzung unter dem Titel: Mot den etiska, sociala och politiska darwinismen. Med företal av Seved Ribbing. Till svenska av Robert Larsson. Lund 1918.

281) Vgl. Zur Abwehr des ..., S. III. Vgl. hierzu Gunter Mann: Rassenhygiene - Sozialdarwinismus. In: Biologismus im 19. Jahrhundert. Hrsg. v. Gunter Mann. Stuttgart 1973, S. 73-93; Gunter Mann: Darwinismus - Mensch und Gesellschaft. In: Anstösse 29 (1982), S. 59-71.

282) Werden der Organismen, S. 710.

Dieses Vorgehen hat schließlich in der Ethik die Proklamierung des Herrschaftsanspruches der nordischen Rasse und des Rassenkampfes²⁸³⁾ gefördert, in der Politik die Verherrlichung des Krieges als Ausleseprinzip der Völker²⁸⁴⁾ und auf sozialem Gebiet Auswüchse der Eugenik.²⁸⁵⁾ "Den wahren Fortschrittshebel anstelle des trügerischen Phantoms der negativen und positiven Auslese" erblickt Hertwig in der "planmäßig durchgeführten Erziehung und Bildung des Volkes in allen seinen Schichten und in der Belebung aller altruistischen Kräfte, die die Glieder eines staatlichen Organismus im Bewußtsein ihrer gegenseitigen Abhängigkeit und der Notwendigkeit gegenseitiger Hilfe zusammenhalten."²⁸⁶⁾

V. Allgemeine und experimentelle Zellbiologie und Entwicklungsgeschichte (Embryologie)

Die bisherigen Kapitel zeigten Hertwigs ausgeprägtes Interesse an den unterschiedlichsten Problemen innerhalb der biologischen Wissenschaft. Zahlreiche ungeklärte Fragen vermochte er, emsig forschend, einer Lösung näherzubringen. Ebenso engagiert nahm er zu gesellschaftlichen, politischen und philosophischen Problemen Stellung. Die in Reden, Schriften und Büchern vorgetragenen Standpunkte und Appelle

283) Vgl. Zur Abwehr des ..., S. 28, 48, 62f., 67. Indem der Darwinismus Rassenhygiene und Rassenkampf konstituieren half und wissenschaftlich begründete, wurde er zum geistigen Wegbereiter und gleichsam zur Stütze der nationalsozialistischen Lehren. Hertwigs offene Kritik an diesen Überzeugungen führte dazu, daß die Weissenberg-Biographie nicht früher erscheinen konnte. Obwohl bereits 1931 geschrieben, konnte sie erst 1959 veröffentlicht werden. (Vgl. Weissenberg, a.a.O., S. 9.)

284) "Was lag auch näher als im Krieg der Völker eine im großen durchgeführte Art des Kampfes ums Dasein zu sehen und durch die von Darwin verkündeten Naturgesetze nicht nur die Notwendigkeit der Kriege zu begründen, sondern auch ihre Rechtfertigung gegenüber pazifistischen Bestrebungen zu versuchen?" (Zur Abwehr des ..., S. 104).

285) Vgl. Zur Abwehr des ..., S. 6, 53, 57-62.

286) Zur Abwehr des ..., S. 98.

sollten durchaus nicht ohne Resonanz verhallen.²⁸⁷⁾ Bleibende Bedeutung erlangte Hertwig jedoch durch seine grundlegenden Entdeckungen auf den Gebieten der Zellbiologie und Embryologie.²⁸⁸⁾

Die etwa 50 Veröffentlichungen lassen sich so gruppieren: Am Anfang steht eine Serie morphologischer Arbeiten, die der Aufklärung des Befruchtungsgeschehens auf dem Wege der reinen Beobachtung gewidmet ist.²⁸⁹⁾ Wegen ihrer Bedeutung im Gesamtwerk Hertwigs werden diese Arbeiten sowie ihre wichtigsten Ergebnisse und Auswirkungen den inhaltlichen Schwerpunkt dieses Kapitels darstellen.

Eine zweite Gruppe von Arbeiten zeichnet sich durch ihren experimentellen Charakter aus. Als dritte Gruppe läßt sich schließlich eine Anzahl von Arbeiten abgrenzen, in denen sich Hertwig theoretisch mit den anstehenden Problemen und den oftmals kontroversen Standpunkten der anderen Forscher auseinandersetzt.

1. Experimentelle Arbeiten

Über einen Zeitraum von rund 30 Jahren erstrecken sich Hertwigs umfangreiche experimentelle Untersuchungen²⁹⁰⁾ zum Befruchtungsvorgang, zur Zellteilung und zur Entwick-

287) Man denke nur an die rasch erfolgten 2. und 3. Auflagen der soziologischen Werke Hertwigs.

288) Vgl. Franz Keibel, a.a.O., S. 372f.

289) Oscar Hertwig: (Weitere) Beiträge zur Kenntniß der Bildung, Befruchtung und Theilung des thierischen Eies. In: Morphol. Jahrbuch 1 (1875), S. 347-434; Morphol. Jahrbuch 3 (1877), S. 1-86, 271-279; Morphol. Jahrbuch 4 (1878), S. 156-175.

Oscar Hertwig: Das Problem der Befruchtung und der Isotropie des Eies, eine Theorie der Vererbung. In: Jena. Zschr. Naturwiss. 18 (1885), S. 276-318.

Oscar Hertwig: Vergleich der Ei- und Samenbildung bei Nematoden. Eine Grundlage für celluläre Streitfragen. In: Arch. mikroskop. Anat. 36 (1890), S. 1-138.

Oscar Hertwig: Dokumente zur Geschichte der Zeugungslehre. Eine historische Studie als Abschluß eigener Forschung. In: Arch. mikroskop. Anat. 90, Abt. II (1918), S. 1-168.

290) Zur Bedeutung dieser Arbeiten aus methodologischer Sicht, vgl. S. 30f. dieser Dissertation.

lungsphysiologie.²⁹¹⁾ So erforschte Hertwig die Auswirkungen chemischer und physikalischer Reize auf Keimzellen, wie z.B. den Einfluß von Schwerkraft²⁹²⁾, Zentrifugalkraft²⁹³⁾, Temperatur²⁹⁴⁾, Radium- und Mesothoriumstrahlen²⁹⁵⁾, chemischen Agentien²⁹⁶⁾ etc. Er gelangte dabei

291) Oscar Hertwig: Untersuchungen zur Morphologie und Physiologie der Zelle, 6 Hefte. Jena 1884-1890.

292) Oscar Hertwig: Welchen Einfluß übt die Schwerkraft auf die Theilung der Zellen? In: Jena. Zschr. Naturwiss. 18 (1885), S. 175-205.

293) Oscar Hertwig: Über einige am befruchteten Froschei durch Centrifugalkraft hervorgerufene Mechanomorphosen. In: Sitz.-Ber. Preuß. Akad. Wiss. Berlin 1897, S. 14-18.

294) Oscar Hertwig: Ueber den Einfluß verschiedener Temperaturen auf die Entwicklung der Froscheier. In: Sitz.-Ber. Preuß. Akad. Wiss. Berlin 1896, S. 105-108.

Oscar Hertwig: Ueber den Einfluß der Temperatur auf die Entwicklung von *Rana fusca* und *Rana esculenta*. In: Arch. mikroskop. Anat. 51 (1898), S. 319-381.

Oscar Hertwig: Über das Temperaturmaximum bei der Entwicklung der Eier von *Rana fusca*. In: Cinquantenaire de la Société de Biologie, Volume jubilaire. Paris 1899, S. 14-16.

295) Oscar Hertwig: Die Radiumstrahlung in ihrer Wirkung auf die Entwicklung tierischer Eier. In: Sitz.-Ber. Preuß. Akad. Wiss. Berlin 1910, S. 221-223.

Oscar Hertwig: Neue Untersuchungen über die Wirkung der Radiumstrahlung auf die Entwicklung tierischer Eier. In: Sitz.-Ber. Preuß. Akad. Wiss. Berlin 1910, S. 751-771.

Oscar Hertwig: Die Radiumkrankheit tierischer Keimzellen. Ein Beitrag zur experimentellen Zeugungs- und Vererbungslehre. In: Arch. mikroskop. Anat. 77, Abt. II (1911), S. 1-164.

Oscar Hertwig: Das Radium als Hilfsmittel für entwicklungsphysiologische Experimente. In: Dtsch. med. Wschr. 37 (1911), S. 2209-2212.

Oscar Hertwig: Mesothoriumversuche an tierischen Keimzellen, ein experimenteller Beweis für die Idioplasmatur der Kernsubstanzen. In: Sitz.-Ber. Preuß. Akad. Wiss. Berlin 1911, S. 844-873.

Oscar Hertwig: Die Wirkung der Radiumstrahlung auf die Entwicklung tierischer Eier. In: Umschau 15 (1911), S. 12-14.

296) Oscar Hertwig: Veränderung der idioplasmatischen Beschaffenheit der Samenfäden durch physikalische und chemische Eingriffe. In: Sitz.-Ber. Preuß. Akad. Wiss. Berlin 1912, S. 554-571.

Oscar Hertwig: Keimesschädigung durch chemische Eingriffe. 5. Mitt. In: Sitz.-Ber. Preuß. Akad. Wiss. Berlin 1913, S. 564-582.

zu interessanten Erkenntnissen der Parthenogenese²⁹⁷⁾ und des Krebsproblems.²⁹⁸⁾

Von zentraler Bedeutung für Hertwig war jedoch, daß alle diese Untersuchungen sich als experimentelle Beweise für seine Befruchtungstheorie wie auch für die zur Kernidionplasma-Theorie erweiterte Vererbungstheorie erweisen sollten. Dies trifft besonders auf die Radium-Experimente zu. Die verschiedenen kombinierten Experimente miteinander vergleichend, erkannte Hertwig, "daß die Radiumwirkung im Entwicklungsprozeß des Eies auf die durch Teilung entstehenden Embryonalzellen nicht durch den Dotter, sondern durch die Kernsubstanzen übertragen wird."²⁹⁹⁾

Bestätigt fühlte sich Hertwig auch in seiner Überzeugung, daß Ei- und Samenkern als äquivalent anzusehen sind, da sowohl bestrahlte Eizellen als auch geschädigte Samenzellen den Entwicklungsprozeß in gleicher Weise störten.³⁰⁰⁾

Hertwig selbst mißt diesen Untersuchungen folgenden Stellenwert bei: "Hierin sehe ich ein neues, wichtiges Argument zugunsten der von mir und Strasburger unabhängig begründeten Hypothese, daß die Kerne Träger der von den Eltern auf das Zeugungsprodukt vererbaren Eigenschaften sind, ... Hierdurch gewinnen die Radiumexperimente eine Bedeutung für einige Probleme in der Lehre von der Vererbung."³⁰¹⁾

297) Vgl. Oscar Hertwig: Die Radiumkrankheit tierischer Keimzellen. S. 140 u. 152. Vgl. ferner: Oscar Hertwig: Mesothoriumversuche an tierischen Keimzellen, S. 859.

298) Oscar Hertwig (mit Heinrich Poll): Zur Biologie der Mäusetumoren. Experimentelle Untersuchungen. In: Abh. Preuß. Akad. Wiss. Berlin 1907, phys.-math. Kl., Abh. I, S. 1-75.

299) Oscar Hertwig: Neue Untersuchungen über die Wirkung der Radiumstrahlung ... S. 770. Vgl. ferner Oscar Hertwig: Mesothoriumversuche ..., S. 848.

300) Vgl. Oscar Hertwig: Neue Untersuchungen ... S. 769.

301) Vgl. Oscar Hertwig: Die Wirkung der Radiumstrahlung auf die Entwicklung tierischer Eier, S. 14.

2. Theoretische Arbeiten - Streitschriften

Neben seiner konkreten Forschungstätigkeit hat sich Oscar Hertwig ab 1885 auch theoretisch mit grundsätzlichen und noch ungeklärten Problemen der Biologie auseinandergesetzt.³⁰²⁾ Hier wären in erster Linie jene Probleme anzuführen, die Hertwig so gerne "die großen Fragen des Lebens"³⁰³⁾ nennt: der Begriff der naturhistorischen Art, die Entstehung der Arten, der Zusammenhang zwischen Ontogenese und Phylogenese, das Biogenetische Grundgesetz und nicht zuletzt das Problem der Vererbung und, mit diesem verbunden, das Kontinuitätsproblem, die Entfaltung der Erbanlagen in der organischen Entwicklung, um nur einige zu nennen.

Stellvertretend für zahlreiche weitere Schriften seien hier die 1894 und 1897 erschienenen "Zeit- und Streitfragen der Biologie" genannt, in deren erstem Heft sich Hertwig mit der evolutionistischen Keimplasmatheorie August Weismanns beschäftigt und diese widerlegt hat. Es handelt sich dabei um eine Lehre, die die erbungleiche Kernteilung der Körperzellen, sowie die Präformation der Organteile und Gewebe in Form von Anlagen (Determinanten) annimmt.³⁰⁴⁾

302) Oscar Hertwig: Zeit- und Streitfragen der Biologie. Heft 1: Präformation oder Epigenese? Grundzüge einer Entwicklungstheorie der Organismen. Jena 1894. Heft 2: Mechanik und Biologie. Mit einem Anhang: Kritische Bemerkungen zu den entwicklungsmechanischen Naturgesetzen von Roux. Jena 1897.

Oscar Hertwig: Der Kampf um Kernfragen der Entwicklungs- und Vererbungslehre. Jena 1909.

303) Vgl. Allgemeine Biologie, S. 369f.

304) Weismann hat seine Keimplasmatheorie vor allem in folgenden beiden Werken dargestellt:
August Weismann: Über die Kontinuität des Keimplasmas als Grundlage einer Theorie der Vererbung. Jena 1885.

August Weismann: Das Keimplasma. Eine Theorie der Vererbung. Jena 1892.

Zur Weismannschen Keimplasmatheorie vgl. ferner: Allgemeine Biologie, Kap. 19, besonders S. 454f; Zeit- und Streitfragen, Heft 1, S. 72-80; Hans Stubbe: Kurze Geschichte der Genetik bis zur Wiederentdeckung der Vererbungsregeln Gregor Mendels. 2. Aufl. Jena 1965, S. 211-216, siehe besonders S. 215.

Da August Weismann sich als schärfster Gegner Oscar Hertwigs erwiesen hat, sei an dieser Stelle auch auf ein biographisches Werk verwiesen: Ernst Gaupp: August Weismann. Sein Leben und sein Werk. Jena 1917.

Im zweiten Heft ging Hertwig näher auf die Entwicklungsmechanik von Wilhelm Roux ein, die die Mosaiktheorie³⁰⁵⁾ der Entwicklung als Frucht hervorgebracht hatte. Durch seine Experimente an Amphibien-Eiern (1893) konnte Hertwig nachweisen, daß alle Embryonalzellen durch erbgleiche Kernteilung die gleiche Erbmasse erhalten.³⁰⁶⁾ Außerdem erfolge die Einschränkung der Entwicklungspotenz der Embryonalzellen nicht auf so frühen Entwicklungsstadien, wie Roux es behauptet hatte. Mit diesen Resultaten erweiterte Hertwig seine Vererbungstheorie zur Biogenesis-Theorie³⁰⁷⁾, einer Entwicklungs-

-
- 305) Wilhelm Roux: Gesammelte Abhandlungen über die Entwicklungsmechanik der Organismen. Leipzig 1895.

Zur Mosaiktheorie von Roux vgl. Zeit- und Streitfragen, Heft 2, S. 107-132.

- 306) Vgl. Oscar Hertwig: Ueber den Werth der ersten Furchungszellen für die Organbildung des Embryo. Experimentelle Studien am Frosch- und Tritonei. In: Arch. mikroskop. Anat. 42 (1893), S. 788f.
Vgl. Oscar Hertwig: Experimentelle Untersuchungen über die ersten Theilungen des Froscheies und ihre Beziehungen zu der Organbildung des Embryo. In: Sitz.-Ber. Preuß. Akad. Wiss. Berlin 1893, S. 391.
Vgl. Zeit- und Streitfragen, Heft 1, S. 79f.

- 307) Zur Theorie der Biogenesis vgl. besonders: Allgemeine Biologie, S. 369f., 592 u. 614.

Exkurs: Zusammenfassung der Hauptgesichtspunkte der Biogenesis-Theorie

"Die Zelle mit ihren Eigenschaften ist das elementare Lebewesen, sie ist als Träger des Idioplasmas die von Spencer gesuchte 'physiologische Einheit'; sie bringt durch ihre Vergesellschaftung die verschiedenen Arten der Pflanzen und Tiere hervor. Da alle Organismen während ihrer Entwicklung einmal den einzelligen Zustand durchlaufen, so sind in diesem alle konstanten oder wesentlichen Merkmale, durch welche sich Art von Art unterscheidet, in ihrer einfachsten Form enthalten oder gewissermaßen auf ihren einfachsten Ausdruck gebracht. Es gibt daher überhaupt so viele voneinander grundverschiedene Arten von Zellen, als es verschiedene Arten von Pflanzen und Tieren gibt.

Worin die wesentlichen Merkmale bestehen, durch welche sich die Zellen als Repräsentanten der verschiedenen Arten voneinander unterscheiden, ist unserer direkten Wahrnehmung verborgen; nur aus logischen Gründen müssen wir annehmen, 1. daß die Zellen eine feinere, unser Erkenntnisvermögen übersteigende, mizellare

Fortsetzung Anm. 307) Exkurs

Organisation besitzen, vermöge welcher sie Träger der Arteigenschaften sind und welche daher für jede Organismenart eine verschiedene sein muß; 2. daß die hochorganisierte Substanz, welche die 'Art' der Zelle bestimmt und von Nägeli als Idioplasma bezeichnet wird, nur einen kleinen Teil der gesamten Zellsubstanz ausmacht und nach unserer Theorie im Zellkern eingeschlossen ist.

Die Übereinstimmung zwischen den verschiedenen Individuen einer Generationsreihe oder die Kontinuität in der Entwicklung wird dadurch gewahrt, daß ein jedes Individuum immer von einer Zelle mit denselben Arteigenschaften hervorgeht. Daher kann man die Substanz, welche Träger der Arteigenschaften ist und im Lebensprozeß durch das Mittelglied der Zelle von einem Individuum auf das nächste überliefert wird, auch als die Erbmasse bezeichnen. Hiermit kommen wir zum zweiten Teil der Biogenese, zur Frage, wie aus der Zelle und ihren unsichtbaren Arteigenschaften die zusammengesetzte Organismenart oder die Individualität höherer Ordnung mit ihren sichtbaren Arteigenschaften hervorgeht.

Die Theorie der Biogenese antwortet hierauf: durch die Vermehrung der Artzelle und den damit Hand in Hand gehenden Prozeß sozialer Vereinigung, Arbeitsteilung und Integration.

Eine physiologische Grundeigenschaft eines jeden Lebewesens ist das Vermögen, seine Art zu erhalten. Die Zelle, welche einem übergeordneten Organismus den Ursprung gibt, vermehrt sich durch erbgleiche Teilung in unzählige Generationen von Zellen, welche alle Träger der Arteigenschaften oder der Erbmasse sind. Das so sich vermehrende, aus artgleich organisierten Einheiten zusammengesetzte Aggregat nimmt bei seinem Wachstum bestimmte Formen an, welche auf jeder Stufe des Wachstums der Ausdruck sind:

1. des Einflusses zahlloser Faktoren, noch mehr aber
2. der unendlich komplizierten Wirkungen, welche die immer zahlreicher werdenden elementaren Lebenseinheiten aufeinander ausüben.

Die einzelnen Zellen, obschon der Art nach gleich als Abkömmlinge einer gemeinsamen Mutterzelle, geraten infolge des Wachstumsprozesses unter ungleiche Bedingungen räumlich und zeitlich. Einmal nehmen sie im Aggregat verschiedene Stellungen zu einander ein, durch welche ihre Beziehungen zu einander, zum Ganzen und zur Außenwelt bestimmt werden, sie erhalten gewissermaßen ein ihre Wirkungsweise beeinflussendes Raumzeichen: sie werden räumlich determiniert."

"Die Zellen werden aber außerdem noch dadurch, daß sie der Zeit nach unter räumliche Bedingungen geraten, welche für die einzelnen Gruppen verschieden sind, determiniert; sie erhalten eine verschiedene Geschichte." "Indem in ihnen die früher durchlaufenen Zustände nachwirken, werden sie nicht nur durch die

Fortsetzung Anm. 307) Exkurs

momentan gegebenen, sondern auch durch die zeitlich vorausgegangenen Beziehungen determiniert."

"Nach der Theorie der Biogenese wird also die Erbmasse auf unzählige Lebenseinheiten gleichmäßig verteilt und nach Regeln, die man als das Gesetz ihrer Entwicklung bezeichnen kann, unter zahlreiche Bedingungen räumlich und zeitlich gebracht, so daß sie bei dem Zusammenwirken der Zellen sich in verschiedenen Zuständen befindet und vermöge dessen auf äußere und innere Reize in der ihrem jeweiligen Zustand entsprechenden Weise reagiert.

In diesem Prozeß werden die Anlagen, welche die Erbmasse einer Artzelle ausmachen, allmählich offenbar, und zwar offenbaren sie sich einmal darin, daß die Zellen die jeder Stufe entsprechende Anordnung annehmen, und daß sie auf jeder Stufe eine immer bestimmter werdende Funktion und eine ihr entsprechende, immer ausgeprägter werdende Struktur gewinnen. Es werden durch die Bedingungen, unter welche die Zellen mit ihrer Erbmasse in der Zeitfolge und in ihrer räumlichen Verteilung geraten sind, mit einem Worte durch ihre Spezial-Entwicklungsgeschichte, die entsprechenden, in ihrem Erbteil enthaltenen Anlagen geweckt, während andere infolge der fehlenden Entwicklungsmöglichkeiten unausgebildet bleiben." (Allgemeine Biologie, S. 635-637.)

theorie, die im Gegensatz zu der starren Präformationslehre Weismanns der Regulationsfähigkeit des Organismus Rechnung trägt. "In entgegengesetzter Richtung als die Keimplasmatheorie, welche durch einen in das Ei hineinkonstruierten, in der Architektur und der gesetzmäßigen Zerlegung des Keimplasmas gegebenen Mechanismus die Entwicklung mechanisch als Evolution und Präformation erklären will, sucht die von mir aufgestellte Theorie der Biogenese das Entwicklungsproblem zu lösen."³⁰⁸⁾ In ihrem Entwicklungsschicksal verschieden werden die Embryonalzellen nach Hertwig erst dadurch, daß sie beim Wachstumsprozeß unter ungleiche Bedingungen zueinander und zum ganzen Keim geraten, und nun auf das verschiedene Milieu in differenter Weise reagieren, indem einzelne Anlagen in ihnen geweckt werden, andere latent bleiben. "Durch sie (d.h. die Biogenese-Theorie) wird, wie schon im Namen ausgedrückt ist, das Ei als ein mit allen Eigenschaften des Lebens ausgerüsteter Organismus erfaßt, als eine Zelle, die sich in zahlreiche artgleiche Zellen weiter vermehrt. Die Entwicklung ist ein Naturprozeß, der auf dem Zusammenwirken der durch Vermehrung der Eizelle entstehenden artgleichen Lebewesen beruht und sich unter dem beständigen Einfluß der Außenwelt und in beständiger Föhlung mit ihr vollzieht. Dieser Vorgang ist ein durchaus epigenetischer.

Auf der anderen Seite überbrückt indessen die Theorie der Biogenese in gewisser Hinsicht die tiefe Kluft, welche früher zwischen der alten Präformationstheorie und der Theorie der Epigenese von Caspar Friedrich Wolff bestand dadurch, daß sie zum Ausgangspunkt und zur Grundlage der Entwicklung ein kleines Lebewesen mit einer schon außerordentlich kompliziert beschaffenen Anlagesubstanz annimmt. Denn der Organismus der Eizelle vereinigt auch in unseren Augen in sich die Hauptbedingungen, durch welche der spezifische oder artgemäße Verlauf und das Endergebnis des Prozesses in erster Linie bestimmt wird."³⁰⁹⁾

308) Allgemeine Biologie, S. 460. Vgl. dazu Zeit- und Streitfragen, Heft 1, S. 132f.

309) Allgemeine Biologie, S. 460.

3. Morphologische Arbeiten: Entdeckungen und Erkenntnisse zum Komplex "Befruchtung - Vererbung"

a) Stand der Forschung um 1870/75

Die von Max Schultze 1861 aufgestellte Definition der Zelle bezog sich zunächst nur auf das Protoplasma, ausgezeichnet durch seine charakteristischen Lebenseigenschaften, die veranlaßten, die Zelle als Elementarorganismus zu bezeichnen. Wenn auch dem Zellkern zu dieser Zeit noch keinerlei intensivere Forschungsbemühungen gewidmet waren, wie noch zu zeigen sein wird, wurde Max Schultzes Definition der Zelle recht bald um einen Zusatz erweitert. Sie lautete: "Die Zelle ist ein Klümpchen von Protoplasma, das in seinem Innern einen besonders geformten Bestandteil, den Kern (Nucleus), einschließt."³¹⁰⁾ Diesen faßte man zunächst als Bläschen auf, gleichsam als kleinere Zelle in der größeren³¹¹⁾, ohne daß man jedoch eine konkrete Vorstellung von den Funktionen dieses Zellbestandteils hatte. Ebensowenig wußte man zu diesem Zeitpunkt Genaueres über die Kernsubstanzen.

Daraus folgt, daß auch mit der Kernforschung eng verknüpfte Probleme noch ungeklärt waren. Wilhelm Wundt schildert den Stand der Befruchtungslehre in seinem 1873 erschienenen "Lehrbuch der Physiologie des Menschen" so: "Die wesentliche Bedingung der Befruchtung ist höchst wahrscheinlich das Eindringen des Samenkörperchens in den Eihalt, das in den verschiedensten Wirbelthierclassen nachgewiesen werden konnte. Nachdem die Samenkörperchen in das Ei einge-
drungen sind, verlieren sie sehr schnell ihre Beweglichkeit und lösen sich im Dotter auf. Eine Theorie oder auch nur irgend begründete Hypothese über die Natur der Vorgänge,

310) Allgemeine Biologie, S. 9

311) Vgl. Allgemeine Biologie, S. 27; vgl. ferner Oscar Hertwig: Dokumente zur Geschichte der Zeugungslehre. Eine historische Studie als Abschluß eigener Forschung. Bonn 1918, S. 4.

durch welche die Samenelemente nach ihrem Eindringen in den Dotter in diesem den Entwicklungsprocess anregen, besitzen wir nicht."³¹²⁾

b) Oscar Hertwigs Beurteilung der biologischen Forschung

Nachdem Oscar Hertwig während seines Studiums ausgiebig Gelegenheit gegeben war, die Konstituierung des Zellbegriffs direkt zu verfolgen, zumal zu seinen Lehrern Pioniere der zytologischen Forschung zählten, nimmt es nicht Wunder, daß er die Erforschung des Elementarorganismus "Zelle" als eine der vordringlichsten Aufgaben der biologischen Wissenschaft ansah. Im besonderen forderte er zu Untersuchungen über das Wechselverhältnis zwischen Kern und Protoplasma auf³¹³⁾, die als wesentliche Bestandteile des Zellorganismus erkannt worden waren.

Während zahlreiche Forscher die herausragende Bedeutung des Zellkerns lange Zeit verkannten, sieht Oscar Hertwig von Anfang an im Kern einen für das Zellenleben unverzichtbaren Baustein und Funktionsträger. Der Zellkern ist für ihn ebenso wichtig wie das Protoplasma.³¹⁴⁾ So überrascht es nicht, daß Oscar Hertwig wiederholt auf eine Vernachlässigung des Zellkerns zugunsten der Protoplasmaforschung, vor allem in den Jahren zwischen 1860 und 1870, aufmerksam macht, und sich gleich zu Beginn seiner wissenschaftlichen Tätigkeit der Kernforschung zuwendet. In der Einleitung zu seiner Habilitationsschrift beschreibt Hertwig die Entwicklung der Zellforschung und beurteilt ihren aktuellen Stand: "Seitdem durch die Bemühungen Schultzes und anderer Forscher das Protoplasma als der Stoff, welcher die Lebenserscheinungen der Zelle und die Gewebebildung vermittelt, erkannt worden ist, wandte sich die Forschung vorwiegend zu dem so interessanten Studium der vi-

312) Wilhelm Wundt: Lehrbuch der Physiologie des Menschen, Erlangen 1873. S. 250.

313) Oscar Hertwig: Die Geschichte der Zellentheorie. In: Dtsch. Rdsch. 20 (1879), S. 429.

314) Vgl. Allgemeine Biologie, S. 27.

talien Vorgänge im Protoplasma und zu der Erforschung seiner Umbildungsproducte, auf deren Verschiedenartigkeit die vielgestaltige gewebliche Differenzierung der höheren Organismen beruht. Dagegen trat in gleichem Maass das Studium des Zellkerns, welchem Schwann bei der Zellbildung eine so wichtige Rolle zuerteilt hatte, mehr in den Hintergrund." "So ist es gekommen, dass wir in den letzten Jahrzehnten zwar mit vielen Feinheiten in der Structur der histologischen Elementarorganismen bekannt geworden sind, dagegen über den Bau und die Functionen des Kerns nach wie vor nur lückenhafte Kenntnisse und mehr oder weniger unbestimmte Vorstellungen besitzen."³¹⁵⁾

Den zweiten Abschnitt seiner Habilitationsschrift, der über die Befruchtung handelt, beschließt Oscar Hertwig mit einem historischen Überblick, begrenzt auf die Zeitspanne von 1835 - 1875.³¹⁶⁾ Darin beschreibt Hertwig die entscheidenden Erkenntnisse, durch welche die nebulösen Vorstellungen vom Befruchtungsgeschehen schrittweise Konturen gewannen, und kommt zu dem Schluß: Während die Forschung der 40er Jahre von dem Problem beherrscht war, welcher Bestandteil des Samens der befruchtende sei, und die Forscher in den 50er Jahren intensiv den Fragen nach der Wirkungsweise der Spermatozoen und ihrem Eindringen in den Dotter nachgingen, stellt Oscar Hertwig für die Dekade ab 1860 fest, daß "das Interesse für die Vorgänge bei der Befruchtung mehr und mehr abgenommen zu haben"³¹⁷⁾ scheint. Die Stagnation bei der Erforschung des Befruchtungsprozesses steht offensichtlich in Zusammenhang mit dem ins "wissenschaftliche Abseits" verdrängten Zellkern.

Bereits im Alter von 26 Jahren also hat Oscar Hertwig weitblickend erkannt, welch überaus lohnende und Erfolg versprechende Aufgabe darin liegen könnte, die morpholo-

315) Oscar Hertwig: Beiträge zur Kenntniss der Bildung, Befruchtung und Theilung des thierischen Eies. In: Morphol. Jahrbuch 1 (1876; Druckfehler auf dem Titelblatt: es müßte 1875 heißen), S. 347.

316) Vgl. Beiträge (1876), S. 390-398.

317) Beiträge (1876), S. 397.

gischen Eigenschaften und Funktionen des Zellkerns gründlich zu untersuchen. Als sich Oscar Hertwig anlässlich seiner Habilitation zum ersten Mal ein Arbeitsgebiet völlig selbständig und unbeeinflusst auswählen kann, setzt er sich zum Ziel, das Befruchtungsgeschehen am tierischen Ei aufzuklären.³¹⁸⁾

c) Entdeckung des Befruchtungsgeschehens

Angeregt durch Leopold Auerbach, der sich 1874 in seinen "Organologischen Studien"³¹⁹⁾ erstmals wieder intensiver der Kernforschung zuwandte, nahm Hertwig 1875 sein schon länger gehegtes Vorhaben in Angriff, die bis dahin noch unbekannten Vorgänge beim Befruchtungsgeschehen zu untersuchen.

Bei einem Studienaufenthalt am Mittelmeer mit Ernst Haeckel und seinem Bruder Richard gelang es Oscar Hertwig, im Seeigel-Ei ein für seine Absichten ausgezeichnetes Objekt ausfindig zu machen. Wiederholt weist Hertwig auf diesen für den Erfolg einer Untersuchung so entscheidenden Faktor hin. Aufgrund folgender Charakteristika wurde das Echinodermenei zum "Lieblingsobjekt nicht nur für mikroskopische Untersuchungen der ersten Entwicklungsvorgänge, besonders des Befruchtungsprozesses, sondern auch für die verschiedenen biologischen Experimente"³²⁰⁾: Während eines großen Teils des Jahres stehen reife Geschlechtsprodukte in unbegrenzter Menge zu Verfügung. Die reifen Eier wie auch die reifen Samenzellen können mehrere Stunden im Seewasser verweilen, ohne ihre Befruchtungsfähigkeit einzubüßen. Ferner sind die Eier klein, membranlos und durchsichtig sowie leicht zu konservieren und mit Reagentien und Farbstoffen zu behandeln, also in höchstem Maße geeignet für das mikroskopische Verfahren, das Hertwig, in Bonn bei Max Schultze erworben, anwenden wollte. Zum ersten Male

318) Richard Weissenberg, a.a.O., S. 19.

319) Leopold Auerbach: Organologische Studien. 2 Hefte. Breslau 1874.

320) Dokumente, S. 32.

ergänzte Hertwig bei seinen Untersuchungen die Beobachtung der lebenden Objekte durch gefärbte Dauerpräparate. Denn erst durch Konservierung und Färbung treten jene Metamorphosen der Kernsubstanz zutage, die dem Auge bei alleiniger Beobachtung der lebenden Objekte verborgen bleiben.³²¹⁾ Ferner sind beim Seeigel männliche und weibliche Organe auf verschiedene Individuen verteilt, so daß sich die Methode der künstlichen Befruchtung als *conditio sine qua non* problemlos durchführen läßt.³²²⁾

Bereits nach wenigen Monaten war es Oscar Hertwig gelungen, die feineren morphologischen Prozesse während des Befruchtungsgeschehens zum ersten Mal kontinuierlich zu verfolgen. Dazu erlangte er wesentliche Erkenntnisse über die Eireife und die Teilung des tierischen Eies. Den Befruchtungsvorgang selbst, das Kernstück seiner Habilitationsarbeit, faßt Hertwig so zusammen: "Wenige Minuten nach Vornahme der Besamung bemerkte ich an dem lebenden Ei 'ganz nahe an seiner Oberfläche eine kleine helle Stelle, aus welcher die Körnchen verschwunden sind' und in deren Umgebung sich immer schärfer eine ausserordentlich charakteristische Strahlenfigur ausbildet (Fig. 9a-c).³²³⁾ Bald konnte ich in dieser bei aufmerksamer Betrachtung noch ein kleines homogenes Körperchen von fast der gleichen Lichtbrechung wie das umgebende Protoplasma erkennen. Von ihm sah ich einige Male 'noch eine zarte Linie bis zur Eiperipherie reichen und sich hier in ein kurzes feines Fädchen verlängern, welches in den freien Raum zwischen Dotter und Eimembran hineinragte'. Bei ununterbrochener Beobachtung desselben Eies wurde ich dann ... durch ein interessantes Phänomen gefesselt. Während die Strahlenfigur gleich nach ihrer ersten Entstehung an Ausbreitung rasch zunimmt, beginnt sie 'mit deutlich wahrnehmbarer Geschwindigkeit sich von der Eiperipherie zu entfernen, in der Richtung nach

321) Vgl. Hans Stubbe, a.a.O., S. 203 u. 207; vgl. auch die Ausführungen zur Bedeutung der Methode auf S. 28 dieser Dissertation.

322) Vgl. Dokumente, S. 31f.

323) Vgl. Anhang 1.

dem Eikern weiter in den Dotter einzudringen, am Kern endlich anzulangen und sich von einer Seite an ihn anzulegen'.³²⁴⁾ Wie Hertwig mehrfach betonte, erhält eine Beobachtung ihren Wert erst durch die richtige Deutung. Die alleinige Beobachtung vermag die Wissenschaft nicht voranzubringen. Obgleich andere Forscher bereits vor Hertwig Teile des Befruchtungsgeschehens beobachtet hatten, erkannte jedoch keiner von ihnen die wahren Zusammenhänge.³²⁵⁾ Oscar Hertwig schließlich gelangte durch seine lückenlosen Beobachtungen, unter konsequenter Nutzung aller methodischen Möglichkeiten, erstmals zur richtigen Deutung, die im wesentlichen in drei Thesen zusammengefaßt werden kann.

Erstens konnte Hertwig beweisen, daß beim Befruchtungsgeschehen die Kernsubstanz das Wesentliche ist. "Die Kernsubstanzen, die in äquivalenten Mengen von zwei verschiedenen Individuen abstammen, sind die besonders wirksamen Stoffe, auf deren Vereinigung es beim Befruchtungsakt hauptsächlich ankommt; es sind die eigentlichen Befruchtungsstoffe. Alle anderen Substanzen (Protoplasma, Dotter, Kernsaft etc.) haben eine mehr untergeordnete Bedeutung."³²⁶⁾ Für diese Ansicht spricht vor allem, daß nur die Kernsubstanzen in äquivalenten Mengen vorliegen sowie die komplizierten Vorbereitungs- und Reifeprozesse, die die Geschlechtszellen durchmachen, damit die Kernsubstanzen konstant gehalten und auf die einzelnen Zellen exakt verteilt werden.

Zweitens interpretierte Hertwig den zweiten erst infolge der Befruchtung auftretenden Kern als den aufquellenden Kopf eines als morphologisches Element in das Ei eingebrungenen Samenfadens. Er bewies ferner, daß "die ganze Erscheinung direkt vom Eindringen eines Spermatozoon in den Dotter abzuleiten ist"³²⁷⁾ und "dass mithin bei der

324) Dokumente, S. 34; vgl. dazu Beiträge (1876), S. 379-382; Allgemeine Biologie, S. 269-271.

325) Vgl. Dokumente, S. 51.

326) Allgemeine Biologie, S. 301; vgl. ferner Beiträge (1876), S. 382 und Dokumente, S. 36.

327) Beiträge (1876), S. 384.

Befruchtung überhaupt nur e i n Spermatozoon in Wirksamkeit tritt." ³²⁸⁾

Drittens formulierte Hertwig eine Theorie zum Wesen der Befruchtung: "Somit habe ich als erster auf Grund wirklich beobachteter Verhältnisse ... den zentralen und den peripheren Kern als Ei- und Samenkern bezeichnet und an ihre Verschmelzung die Theorie geknüpft, dass das Wesen der Befruchtung auf der Verschmelzung (Kopulation) zweier Zellkerne beruht, von denen der eine mütterlicher, der andere väterlicher Herkunft ist." ³²⁹⁾ Diese Theorie erhält ihren wissenschaftlichen Wert nach Hertwig dadurch, daß sie die Befruchtung als morphologischen und damit der direkten Beobachtung zugänglichen Vorgang auffaßt, der sich im Gegensatz zu chemischen Vorstellungen von der Befruchtung auch beweisen läßt. ³³⁰⁾

Indem Hertwig behauptete, daß die Befruchtung ein zelluläres Problem darstellt, trat er in entschiedenen Widerspruch zum herrschenden Dogma, "dass die Befruchtung ein chemisch-physikalischer Prozess sei, dass entweder die Samenfäden als Träger einer entwicklungserregenden, katalytisch wirkenden Substanz durch Kontakt befruchten (Theodor Ludwig Bischoff u.a.), oder dass sie einzeln oder in grösserer Zahl mit der Dotteroberfläche verschmelzen, sich auflösen und ihre Substanz mit dem Eihalt vermischen." ³³¹⁾ Dieses Dogma, das der Aufklärung des Befruchtungsvorganges lange Zeit im Wege stand, widerlegte Hertwig nicht nur empirisch, sondern auch theoretisch. So diskutierte er die Frage, wie überhaupt die Übertragung der väterlichen Eigenschaften auf die Nachkommen erklärt werden könne, wenn man

328) Beiträge (1877), S. 72, vgl. S. 73-75; vgl. auch Dokumente, S. 35f.

329) Dokumente, S. 51, vgl. auch S. 36 u. 64f.; außerdem Beiträge (1876), S. 386; Beiträge (1877), S. 72; Allgemeine Biologie, S. 281.

330) Vgl. Dokumente, S. 55; vgl. auch Hans Stubbe, a.a.O., S. 214.

331) Dokumente, S. 31, vgl. auch S. 7; vgl. Weissenberg, a.a.O., S. 33.

dem Befruchtungsgeschehen eine katalytische oder Kontakttheorie zugrunde legt.³³²⁾

Durch seine Erkenntnisse zur Eireifung gelang es Oscar Hertwig, noch einen zweiten schwerwiegenden Irrtum damaliger Biologie zu widerlegen. Die meisten Forscher waren um 1875 immer noch davon überzeugt, daß das reife Ei vorübergehend kernlos sei oder, um mit Ernst Haeckel zu sprechen, ein Monerenstadium durchlaufe.³³³⁾ Sie nahmen an, daß das Keimbläschen im Ei "vor der Befruchtung entweder durch Kernauflösung im Dotter als morphologisches Gebilde zu Grunde gehe, oder dass es durch Ausstossung aus dem Einhalt ganz entfernt werde,"³³⁴⁾ und daß es vor oder nach der Befruchtung zu einer Neubildung des Eikerns käme.³³⁵⁾

Oscar Hertwig hingegen behauptet in seiner Habilitationsschrift, daß das Ei zu keiner Zeit ein Monerenstadium durchläuft.³³⁶⁾ Wie Hertwig durch sein Studium der Reifungserscheinungen nachweisen konnte, "fällt das Keimbläschen einer Metamorphose anheim, ... während ein Theil der färbbaren Substanz oder des Nucleins, welcher vorzugsweise im Keimfleck enthalten ist, sich zur Richtungsspindel umbildet. Die Richtungsspindel macht dann bei der Hervorknospung der Richtungskörper, welche ich nach wie vor für rudimentäre Zellen erkläre, zweimal einen Kerntheilungsprocess durch. Bei der letzten Kerntheilung entsteht aus einem der Theilungsproducte der Eikern. Somit ist in der Eizelle die Continuität der Kerngenerationen niemals unterbrochen. Es finden Kernumbildungen, aber keine Kernneubildungen statt."³³⁷⁾ Hertwig hat folglich durch seine

332) Vgl. Allgemeine Biologie, S. 343f.

333) Vgl. Ernst Haeckel: Anthropogenie, Keimes- und Stammeslehre des Menschen. 1. Aufl. o.O., 1874, S. 141f.

334) Dokumente, S. 5.

335) Vgl. Alfred Barthelmeß: Vererbungswissenschaft. Freiburg 1952, S. 104; vgl. Wolfgang von Buddenbrock: Biologische Grundprobleme und ihre Meister. 2. Aufl. Berlin 1951, S. 27.

336) Vgl. Dokumente S. 12f., 26f., 64; vgl. hierzu Beiträge (1876), S. 357f., 376-378; Beiträge (1977), S. 30, 71; Beiträge (1878), S. 194, 209.

337) Oscar Hertwig: Das Problem der Befruchtung und der Isotropie des Eies, eine Theorie der Vererbung. In: Jena. Zschr. Naturwiss. 18 (1885), S. 299f.

Untersuchungen entscheidend dazu beigetragen, daß der Grundsatz "Omnis nucleus e nucleo" als ein biologisches Gesetz erkannt wurde.³³⁸⁾

Am Schluß dieser Darstellung soll die verheißungsvolle Perspektive aufgezeigt werden, die Hertwig durch seine Erkenntnisse eröffnet hat. Seine Befruchtungstheorie ein wenig anders formuliert als Verschmelzung einer weiblichen mit einer männlichen Geschlechtszelle zu einer kombinierten Zelle, die die Eigenschaften beider Zellen in sich vereinigt, läßt erkennen, daß der Befruchtungsvorgang in untrennbarem Zusammenhang mit der fundamentalen Frage der Vererbung steht. So hat nach Hertwigs Überzeugung auch die Vererbungslehre durch die Erkenntnisse zum Befruchtungsprozeß erstmals eine sichere morphologische Grundlage erhalten.³³⁹⁾

d) Beziehung: Zellentheorie - Vererbung

Ehe Oscar Hertwigs Vererbungstheorie skizziert wird, möchte ich begründen, warum mir eine Einführung in die Zellentheorie³⁴⁰⁾ am Anfang dieser Arbeit unentbehrlich erschien. Dazu werden Aussagen Hertwigs herangezogen, die den inhaltlichen Zusammenhang zwischen Zellentheorie und Vererbung verdeutlichen sollen.

Mehrfach nennt Oscar Hertwig einen Katalog von Voraussetzungen, an denen sich Forscher, die zu neuen und vor allem zutreffenden Vererbungstheorien gelangen wollen, unbedingt orientieren müßten. Was in seinen Augen als Basis für jegliche Überlegungen zu gelten hat, beschreibt er in Sätzen wie diesen: "Bei der Aufstellung einer Entwicklungs- und Vererbungstheorie hat aber schließlich die allgemeine Anatomie und Physiologie das entscheidende Wort. Sie hat uns

338) Vgl. Allgemeine Biologie, S. 171.

339) Vgl. ebenda, S. 281, 342.

340) Zur Bedeutung der Zellentheorie vgl. auch: Oscar Hertwig: Die Entwicklung der Biologie im 19. Jahrhundert. 2. Aufl., Jena 1908, S. 45f.

in dem reichen Schatz des in unserem Jahrhundert angesammelten, tatsächlichen Wissens einige Grundsteine für den Ausbau einer Entwicklungs- und Vererbungstheorie durch die Lehre von der Zelle geboten."³⁴¹⁾ Daß es sich hierbei um eine fundamentale Überzeugung Oscar Hertwigs handelt, offenbart sich an dem geradezu dogmatischen Charakter des Kernsatzes: "Eine Vererbungstheorie muß mit der Zellentheorie in Uebereinstimmung zu bringen sein."³⁴²⁾ Wie ein roter Faden zieht sich diese Aussage und Forderung durch zahlreiche Lehrbücher und Schriften.

Um seine These zu begründen, bringt Hertwig die entscheidende Frage jeglicher Entwicklungs- und Vererbungstheorie ins Spiel: Auf welche Weise wird die Grundforderung nach Kontinuität in der Entwicklung³⁴³⁾, d.h. zwischen den Generationen, erfüllt? Jene Frage also, die in der Vergangenheit mit unterschiedlichen und oftmals abenteuerlichen Vorstellungen beantwortet wurde, wenn man sich etwa an die Keimchen der Pangenesis-Hypothese Darwins³⁴⁴⁾, an Galtons Theorie vom Stirp³⁴⁵⁾, an Weismanns Keimplasmatheorie³⁴⁶⁾ oder gar an die Präformationstheorie erinnert. In diesem Zusammenhang sei auch noch de Vries' Hypothese der "Intrazellulären Pangenesis"³⁴⁷⁾ genannt, der Oscar

341) Allgemeine Biologie, S. 569.

342) Oscar Hertwig: Zeit- und Streitfragen der Biologie. Heft 1: Präformation oder Epigenese? Jena 1894, S. 29. Vgl. dazu Allgemeine Biologie, S. 569 und 629.

343) Vgl. S. 65 dieser Dissertation.

344) Vgl. Charles Darwin: Das Variieren der Tiere und Pflanzen im Zustande der Domestikation. 2 Bände. Stuttgart 1873. Siehe besonders die Ausführungen zur provisorischen Hypothese der Pangenesis im Kapitel 27.

345) Vgl. Francis Galton: A theory of heredity. In: The contemporary review 27 (1876); Francis Galton: Hereditary Genius, an inquiry into laws and consequences. London 1869.

346) Vgl. August Weismann: Über die Vererbung. Jena 1883; August Weismann: Neue Gedanken zur Vererbungsfrage. Jena 1895; August Weismann: Amphimixis oder die Vermischung der Individuen. Jena 1891.

347) Vgl. Hugo de Vries: Intrazelluläre Pangenesis. Jena 1889. Der Hypothese de Vries' liegt folgende Vorstellung zugrunde: Während die meisten Pangene der Anlagensubstanz inaktiv bleiben, sollen einige von ihnen wirksam werden, indem sie wachsen, sich vermehren und zum Teil aus dem Kern ins Protoplasma auswandern. Dort sollen sie ihr Wachstum und ihre Vermehrung in einer der Funktion entsprechenden Weise fortsetzen.

Hertwig unter allen genannten am ehesten zuneigt.³⁴⁸⁾

Oscar Hertwig hingegen ist überzeugt, in seiner Antwort eine Lösung gefunden zu haben, die den Tatsachen gerecht wird und durch die Beobachtungen und Erkenntnisse der zytologischen Forschung bewiesen ist. "Dank der Zellentheorie und der durch sie angeregten Untersuchungen wissen wir jetzt, daß die Kontinuität in der Entwicklung durch die Eigenschaft der Zelle, sich durch Teilung zu vermehren und neue Zellen ihrer Art hervorzubringen, gewahrt wird."³⁴⁹⁾ "Die Kontinuität der organischen Entwicklung und des organischen Lebens beruht also auf dem Grundsatz: Omnis cellula e cellula. Durch die Zelle werden die Eigenschaften der Eltern auf die Kinder übertragen, sie ist der Träger der Eigenschaften, durch welche sich eine Organismenart von der anderen unterscheidet."³⁵⁰⁾

Neben diesem gewichtigen Argument bringt Oscar Hertwig noch ein weiteres, nach dem morphologischen Korrelat des Vererbungsgeschehens fragend. So stößt er auch von dieser Seite auf die elementare Einheit des gesamten Organismenreiches: "Insbesondere aber ist die Einheit der Zelle bei der Vererbungslehre nicht zu umgehen, weil ja nachgewiesenmaßen die Einheiten, vermitteltst welcher sich die Arten durch die Fortpflanzung erhalten, Sporen, Ei- und Samenfaden von Pflanzen wie von Tieren den Formenwert von Zellen haben."³⁵¹⁾ Oscar Hertwig wertet dies als zusätzlichen

348) Vgl. Allgemeine Biologie, S. 363f. "Durch die Hypothese der 'intrazellulären Pangenesis' wird der scharfe Gegensatz, der anscheinend durch die Idio-plasmatheorie zwischen Kernsubstanz und Protoplasma geschaffen worden ist, ausgeglichen, ohne daß dabei der Grundcharakter der Theorie aufgehoben wird; es wird ferner der Weg gezeigt, wie eine Zelle die Gesamtheit der Eigenschaften des ganzen zusammengesetzten Organismus latent enthalten und dabei doch spezifisch funktionieren kann." (Allgemeine Biologie, S. 364).

349) Allgemeine Biologie, S. 622.

350) Ebenda, S. 569.

351) Ebenda, S. 629.

Beweis dafür, daß die Zelle, im Vergleich mit allen übrigen Einheiten, die herausragende Stellung überhaupt einnimmt.³⁵²⁾

e) Die Kernidioplasma-Theorie: Eine Theorie der Vererbung

Im Nachweis, daß die Kernsubstanz als der Befruchtungsstoff schlechthin aufzufassen ist³⁵³⁾, und in der Kontinuität der Kerngenerationen, d.h. im Nachweis, daß weder Eikern noch Samenkern Neubildungen darstellen³⁵⁴⁾, liegen nun für Oscar Hertwig die entscheidenden Voraussetzungen, seine Befruchtungslehre im Jahre 1884 zu einer Vererbungstheorie zu erweitern. Er vertrat die Ansicht, daß die befruchtende Substanz, d.h. die färbbare Kernsubstanz, der Träger der Eigenschaften ist, welche von den Eltern auf ihre Nachkommen vererbt werden.³⁵⁵⁾ Die Kernpassage, in der Hertwig seine Befruchtungs- und Vererbungstheorie zusammenfassend darstellt, lautet: "Die mütterliche und die väterliche Organisation wird beim Zeugungsact auf das Kind durch Substanzen übertragen, welche selbst organisiert sind, das heisst, welche eine sehr complicirte Molecularstructur im Sinne Nägeli's besitzen. In der Entwicklung einer Organismenkette finden keine Urzeugungen statt, nirgends wird sie durch desorganisirte Zustände unterbrochen, aus welchen wie durch einen Act der Urzeugung erst wieder Organisationen entstehen müssten. In der Aufeinanderfolge der Individuen vollziehen sich nur, in ihrem innersten Wesen uns

-
- 352) Vgl. hierzu Allgemeine Biologie, S. 628-629. Bei der Frage nach der elementaren Einheit trifft man auf den ausgesprochen seltenen Fall, daß Oscar Hertwig Naegelis Anschauungen nicht teilen kann. In seiner 1884 veröffentlichten "Mechanisch-physiologischen Theorie der Abstammungslehre" behauptet Naegeli, daß die Zelle zwar eine für den morphologischen Aufbau sehr wichtige Einheit, aber nicht etwa allgemein die Einheit schlechthin sei. (S. 72).
- 353) Vgl. S. 99f. dieser Dissertation. Vgl. ferner Oscar Hertwig: Das Problem der Befruchtung und der Isotropie des Eies, eine Theorie der Vererbung. In: Jena. Zschr. Naturwiss. 18 (1885), S. 280-283.
- 354) Vgl. Das Problem der Befruchtung, S. 298, 300.
- 355) Vgl. ebenda, S. 276, 283.

freilich unverständliche Wandlungen der Organisation, wobei in gesetzmässigem Rythmus Kräfte entfaltet und neue Spannkkräfte gesammelt werden. Als die Anlagen von complicirter molecularer Structur, welche die mütterlichen und väterlichen Eigenschaften übertragen, können wir die Kerne betrachten, welche in den Geschlechtsproducten sich als die einzigen einander äquivalenten Theile ergeben, an welchen wir bei dem Befruchtungsact allein ausserordentlich bedeutsame Vorgänge beobachten und von denen wir allein den Nachweis führen können, dass von ihnen der Anstoss zur Entwicklung ausgeht. Während der Entwicklung und Reifung der Geschlechtsproducte sowie bei der Copulation derselben erfahren die männlichen und die weiblichen Kernsubstanzen, wie eingehende Beobachtung lehrt, niemals eine Auflösung, sondern nur Umbildungen in ihrer Form, indem Eikern und Spermakern, der eine vom Keimbläschen, der andere vom Kern der Samenmutterzelle abstammen."³⁵⁶⁾

Seine Theorie zu beweisen hat Hertwig diverse Argumente wie auch experimentelle Belege angeführt. Ich werde mich darauf beschränken, die drei Hauptbeweise anzuführen und zu erläutern.

Den ersten Beweis sieht Hertwig in der Äquivalenz der männlichen und der weiblichen Erbmasse. Diesem Beweis liegt folgender Gedankengang zugrunde: Daß alle auf geschlechtlichem Wege erzeugten Organismen den beiden Eltern gleichviel ähneln³⁵⁷⁾, läßt die theoretische Forderung nach Äquivalenz des vererbungswirksamen Stoffes bei beiden Geschlechtern aufkommen.

Die Bastardforschung zeigt überdies, daß Ei- und Samenzelle als gleichwertig anzusehen sind im Hinblick auf ihre

356) Das Problem der Befruchtung, S. 301f. Unabhängig von Hertwig und fast gleichzeitig war auch Strasburger zu ähnlichen Schlußfolgerungen gelangt: Eduard Strasburger: Neue Untersuchungen über den Befruchtungsvorgang bei den Phanerogamen als Grundlage für eine Theorie der Zeugung. Jena 1884.

357) Vgl. Das Problem der Befruchtung, S. 283.

Fähigkeit, Erbeigenschaften zu übertragen.³⁵⁸⁾ Wenn nun aber zwei morphologisch weit differierende Zellen³⁵⁹⁾ über die gleiche Vererbungspotenz verfügen sollen, läßt es sich nur dadurch erklären, "daß in ihnen Substanzen von sehr verschiedenem Wert für die Vererbung, idioplasmatische und nicht-idioplasmatische, nebeneinander enthalten sind."³⁶⁰⁾

Durch sein gründliches Studium des Befruchtungsprozesses konnte Hertwig zeigen, daß Ei- und Samenkern bei der Vereinigung der beiden Keimzellen die einzigen Gebilde sind, welche äquivalente Stoffmengen enthalten und diese zur Bildung des Keimkernes vereinigen.³⁶¹⁾

Noch überzeugender waren dann die Untersuchungen van Benedens (1883), der an *Ascaris* nachwies, daß Eikern und Samenkern die gleiche Anzahl Chromosomen zum Aufbau der ersten Furchungsspindel liefern.³⁶²⁾

Als zweiten Beweis führt Hertwig die gleichwertige Verteilung der sich vermehrenden Erbmasse auf die aus dem befruchteten Ei hervorgehenden Zellen an. Diese wird durch Erscheinungen und Tatsachen gefordert, die sonst nicht zu erklären wären: So erkannte man, daß jeder Körperteil ein Mischprodukt von Eigenschaften beider Eltern darstellt.³⁶³⁾ Weiterhin weist Hertwig darauf hin, "daß jeder Organismus

358) Vgl. Werden der Organismen, S. 109.

359) Die unterschiedliche Gestalt der Geschlechtszellen erklärt Hertwig als Folgeerscheinung der Arbeitsteilung bei höher entwickelten Organismen. Als Voraussetzung für die Bildung einesentwicklungsfähigen Keimes sind die männlichen Keimzellen mit "Beweglichkeit" ausgestattet, die weiblichen mit "Ernährungsfähigkeit". "Das eine nennen wir männliche, das andere weibliche Organisation, männliche und weibliche Sexualcharaktere. Alle diese Verhältnisse sind sekundärer Art und haben mit dem eigentlichen Wesen des Befruchtungsvorganges ... nichts zu tun." (Allgemeine Biologie, S. 304.) Vgl. ferner Allgemeine Biologie, S. 299-304, 355f.; Das Problem der Befruchtung, S. 285.

360) Allgemeine Biologie, S. 355.

361) Vgl. Werden der Organismen, S. 109.

362) Edouard van Beneden: Recherches sur la maturation de l'oeuf, la fécondation et la division cellulaire. In: Archives de biologie 4 (1883). Siehe bes. S. 382f.

363) Vgl. Werden der Organismen, S. 110.

wieder zahlreiche Ei- oder Samenzellen hervorbringt, die wieder dieselbe Erbmasse in der gleichen Menge enthalten, wie die Geschlechtszellen, aus denen er entstanden ist."³⁶⁴⁾ Auch die Regenerationsfähigkeit beim Verlust verlorengegangener Teile und die ungeschlechtliche, d.h. die vegetative Vermehrung basieren auf der Voraussetzung, daß Teile des Organismus aufgrund ihres Erbanlagenschatzes imstande sind, das Ganze aus sich zu reproduzieren.³⁶⁵⁾

Das wichtigste Argument für diesen zweiten Beweis wird jedoch, so Oscar Hertwig, durch die überaus komplizierte und exakte Vermehrungs- und Verteilungsweise der Kernsubstanzen durch die Karyokinese geliefert. Diese habe nichts anderes zum Ziel, "als die Kernsubstanz in zwei gleiche Hälften zu zerlegen und den Tochterzellen zuzuteilen."³⁶⁶⁾

Einen dritten Beweis stellt für Hertwig die Verhütung der Summierung der Erbmassen dar: Betrachtet man einmal den Befruchtungsprozeß für sich allein genommen aus phylogenetischem Blickwinkel, so stößt man sehr rasch auf eine prekäre Situation, daß nämlich bei jeder neuen Zeugung die Kernsubstanz durch die Vereinigung zweier Zellen in geometrischer Progression anwachsen würde.³⁶⁷⁾ Allein die Vorstellung von einem ständig zunehmenden Mißverhältnis zwischen Kernsubstanz und Protoplasma läßt nach einem Vorgang fragen oder suchen, der dies verhindern könnte.³⁶⁸⁾

Dieselbe Überlegung wendet Hertwig nun auf die Erbsubstanz an, die sich, auf jede Zelle durch Teilung vererbt, durch die von Generation zu Generation erfolgenden Befruchtungsakte ebenso jedesmal verdoppeln würde. Auch hier käme es zu einer progressiven Massenzunahme, die nicht endlos fortschreiten könnte.³⁶⁹⁾ "Es führen also die Untersuchungen des Befruchtungsprozesses und der Kernteilung

364) Allgemeine Biologie, S. 356.

365) Vgl. ebenda, S. 356f.

366) Ebenda, S. 358; vgl. auch Werden der Organismen, S. 111.

367) Vgl. Allgemeine Biologie, S. 358.

368) Vgl. Werden der Organismen, S. 112.

369) Vgl. Allgemeine Biologie, S. 358f.

einerseits, logische Erwägungen über die Verschmelzung zweier Erbmassen und ihre Verteilung auf die Zellen andererseits zu derselben Forderung, daß eine Summierung dort der Kernsubstanz, hier der Erbmassen verhindert werden müsse. Die Übereinstimmung spricht gewiß in hohem Maße für die Annahme, daß die Kernsubstanz selbst die gesuchte Erbmasse ist, zumal wenn sich bei der Kernverschmelzung Vorgänge nachweisen lassen, durch welche in recht augenfälliger Weise der als notwendig erkannten Forderung entsprochen wird."³⁷⁰⁾

Und genau dies zu beweisen gelang Oscar Hertwig durch seine Untersuchung über die Ei- und Samenbildung bei *Ascaris*.³⁷¹⁾ Laut Hertwigs Beobachtungen wird bei der Reife der männlichen und weiblichen Geschlechtsprodukte die Kernmasse der Ei- und Samenmutterzelle auf vier Enkelzellen derart verteilt, daß jede von ihnen nur noch die halbe Zahl von Kernsegmenten erhält.³⁷²⁾ Die Reduktion der Chromatinmasse wird dadurch bewirkt, "daß gleichsam als Schlußakt der Spermiogenese und Oogenese zwei Teilungen anstatt einer rasch aufeinander folgen und daß zwischen ihnen das Ruhestadium des Kerns ausfällt, während sich sonst ein solches immer wieder bei einer gewöhnlichen Karyokinese ausbildet."³⁷³⁾

In der *Ascaris*-Studie ist Oscar Hertwig also zum zweiten Male eine Entdeckung geglückt, die Allgemeingültigkeit für sämtliche vielzellige tierische Organismen besitzt.³⁷⁴⁾

Im gleichen Jahre 1884, kurz bevor Hertwigs Schrift erschien, hatte der Botaniker Carl Naegeli³⁷⁵⁾ in einem großen theoretischen Werk, der "mechanisch-physiologischen Theorie der Abstammungslehre", den Begriff "Idioplasma" für

370) Allgemeine Biologie, S. 359.

371) Oscar Hertwig: Vergleich der Ei- und Samenbildung bei Nematoden. Eine Grundlage für celluläre Streitfragen. In: Arch. mikroskop. Anat. 36 (1890), S. 1-138. Vgl. hierzu auch Frederick Churchill: Hertwig, Weismann and the Meaning of Reduction Division Circa 1890. In: Isis 61 (1970), S. 429-457.

372) Vgl. Allgemeine Biologie, S. 359f.

373) Werden der Organismen, S. 115, vgl. auch S. 118.

374) Vgl. Richard Weissenberg, a.a.O., S. 26.

375) Vgl. Oscar Hertwig: Mesothoriumversuche an tierischen Keimzellen, ein experimenteller Beweis für die Idioplasmanatur der Kernsubstanzen. In: Sitz.-Ber. Preuß.

das fragliche Substrat der Erbanlagen eingeführt, das nicht durch das gewöhnliche Plasma, d.h. das Ernährungsplasma repräsentiert sein könne, da dieses in Ei und Samenzelle in ganz ungleicher Menge vorhanden ist.³⁷⁶⁾ Während Naegeli ganz und gar dahingestellt sein läßt, welche Substanz in den Keimzellen als Idioplasma, welche als Ernährungsplasma zu betrachten ist³⁷⁷⁾, zeigte Hertwig, daß das Kernchromatin allen Anforderungen entspricht, die man theoretisch an ein Idioplasma stellen müsse.³⁷⁸⁾ So wurde er Begründer der Kernidioplasma-Theorie³⁷⁹⁾, die, von niemandem bestritten, als Grundstein der modernen Zeugungs- und Vererbungslehre angesehen wird.

376) Carl Wilhelm von Naegeli: Mechanisch-physiologische Theorie der Abstammungslehre. München 1884, S. 20-30.

377) Vgl. Werden der Organismen, S. 107. In diesem Punkt liegt auch nach Oscar Hertwig die größte Schwäche der Naegelischen Theorie.

378) Vgl. Das Problem der Befruchtung, S. 286, 290f. "Hierdurch erhielt die Naegelische Konzeption erst eigentlich eine für die Forschung brauchbare Fassung und wurde zu einer fruchtbaren und anregenden Arbeitshypothese gemacht." (Mesothoriumversuche, S. 862).

379) Zu den Reaktionen und Einwänden, die Hertwigs Theorie hervorgerufen hat, vgl. Oscar Hertwig: Der Kampf um Kernfragen der Entwicklungs- und Vererbungslehre. Jena 1909.

Zusammenfassung und Würdigung

Obwohl die Biologie in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts, auf den unterschiedlichsten Teilgebieten zügig voranschreitend, bahnbrechende Entdeckungen aufzuweisen hat, erscheint diese Phase kaum angemessen dokumentiert in der sich noch mit zahlreichen Lücken präsentierenden Biologiegeschichte Deutschlands.

Ein herausragender Vertreter dieser Zeit ist der Biologe, Anatom und Embryologe Oscar Hertwig, der die unvergleichlich günstigen Ausgangsvoraussetzungen, die um 1870 für eine erfolgreiche biologische Forschungstätigkeit gegeben waren, bewußt erkannte. In zweifacher Hinsicht war der Boden bereitet: Die methodischen Voraussetzungen betreffend, standen erstmals leistungsfähige Mikroskope und Mikrotome zur Verfügung, ergänzt durch die neu aufkommende Fixierungs-, Präparations- und Färbetechnik. Als geistige Katalysatoren sind die Zellentheorie und die Deszendenztheorie zu nennen, Grundlagen der biologischen Wissenschaft aus heutiger Sicht. Von ihnen gingen ohne Zweifel die stärksten Impulse für die Weiterentwicklung der Biologie aus.

Mitentscheidend für Hertwigs reiches und erfülltes Forscherdasein waren jedoch die günstigen Bedingungen, die er im persönlichen Bereich mitbrachte: Der ruhige und geordnete Verlauf seines Lebens und seine Persönlichkeit, in der der akademische Lehrer, ausgestattet mit hervorragenden didaktischen Fähigkeiten, und der Forscher in harmonischer Weise vereint waren und sich ergänzten.

Stets selbstkritisch und gründlich im wissenschaftlichen Arbeiten und immer bereit, eigene Fehler zu korrigieren, zeichnet er sich durch geistige Offenheit und Sachlichkeit in oftmals harten Auseinandersetzungen aus, dabei immer die Meinung des Gegners achtend. Angesichts der Natur und des Lebens in seiner großartigen Vielfalt und Harmonie blickt er voller Bescheidenheit auf die bisherigen wissenschaftlichen Erkenntnisse, sich der Grenzen biologischer Forschung jederzeit bewußt.

Im methodischen Vorgehen erweist sich Oscar Hertwig als konsequenter Empiriker, der seinen Erkenntnissen und Theorien durch exakte und gründliche Beobachtung und Experimente gewonnene Tatsachen zugrunde legt. Wenn er selbst auch die morphologische Arbeitsweise bevorzugt, strebt er doch immer nach einer Synthese aller möglichen Methoden, da nur sie zum dauerhaften Erfolg führe. Den Methodenschatz der biologischen Forschung ergänzt er durch gefärbte Dauerpräparate, durch bis dahin noch kaum praktizierte experimentelle Untersuchungen und die umfassende Anwendung der vergleichend-anatomischen Forschungsmethode auf dem Gebiet der Embryologie.

In der gegen Ende des 19. Jahrhunderts sich zuspitzenden philosophischen Auseinandersetzung zwischen Mechanisten und Vitalisten vertritt Oscar Hertwig keine der beiden extremen Positionen, sondern nimmt auch hier einen vermittelnden Standpunkt ein. Er ist davon überzeugt, daß der lebende Organismus nicht nur einen Komplex chemischer Stoffe und einen Träger physikalischer Kräfte darstellt, sondern daß er außerdem noch eine besondere Struktur, eine Organisation besitzt, durch die er sich ganz wesentlich von der unorganischen Welt unterscheidet. Auf die spezifische Organisation der lebenden Substanz und ihre alles überragende Bedeutung unaufhörlich hinzuweisen, gehört zu den erstrangigen Anliegen Oscar Hertwigs, mit der Begründung, daß all die komplexen Lebenserscheinungen wie Befruchtung, Vererbung, Bewußtsein, Sinnen- und Denkvermögen etc., nie allein aus chemisch-physikalischen Eigenschaften zu erklären sind. Im synthetischen Charakter seiner biologisch-organismischen Richtung sieht er die Chance, den überaus komplizierten Verhältnissen, die im Reich der Biologie herrschen, am ehesten gerecht zu werden.

Hertwigs Gesamtwerk zu strukturieren, bietet sich zunächst einmal eine Unterteilung in drei Phasen an.

In den ersten zehn Jahren waren es im wesentlichen zwei Gebiete, auf denen er sich intensiv betätigt hat. Von 1873 bis etwa 1880 widmete sich Hertwig vergleichend-anatomischen Studien, zu denen er noch weitgehend von seinen Lehrern Carl Gegenbaur und Ernst Haeckel angeregt worden

war. Dies trifft ebenso auf das zweite große Arbeitsgebiet, die Keimblätterstudien, zu, mit denen sich Hertwig von 1878 bis 1883 eingehend beschäftigt hat. Ihren Abschluß fanden sie in der Formulierung der Coelomtheorie, mit der Oscar Hertwig die Frage nach der Entwicklung der beiden mittleren Keimblätter beantwortet hat.

Die zwei Dekaden von 1886 bis 1906 müssen wohl als die Zeit angesehen werden, in der Oscar Hertwig zur vollen Entfaltung seiner "Forscheranlagen" gelangte, die ihren Ausdruck in den bedeutenden Lehr- und Handbüchern fand, die er verfaßte. Das Lehrbuch "Allgemeine Biologie", sowie das "Handbuch der vergleichenden und experimentellen Entwicklungsgeschichte" stellen zweifellos den Höhepunkt im wissenschaftlichen Werdegang Oscar Hertwigs dar.

Nachdem sich Hertwig um 1913 von der experimentellen Forschung zurückgezogen hatte, wandte er sich in seinen letzten Lebensjahren philosophisch-volkswirtschaftlichen Problemen zu, indem er versuchte, biologische Erkenntnisse mit der sozialen Entwicklung in Verbindung zu bringen. Ganz im Vordergrund stand die leidenschaftliche Abwehr des Darwinismus und seiner Übertragung in politische, ethische und soziologische Bereiche. So entstanden von 1916 bis 1922 die großen Alterswerke, die Hertwigs ausgeprägtes Verantwortungsbewußtsein der Menschheit gegenüber offenbaren.

Wenn sich Oscar Hertwig auch auf den soeben genannten Gebieten fleißig und erfolgreich betätigt hat, so müssen dennoch als eigentlicher Schwerpunkt seiner Arbeit die Zellbiologie und die Entwicklungsgeschichte (= Embryologie) genannt werden, jene Gebiete also, auf denen er Bahnbrechendes geleistet hat. Als zentrales Thema kristallisiert sich von Anfang an der Komplex "Befruchtung - Vererbung" heraus. Den ersten Meilenstein setzt Oscar Hertwig bereits 1875 durch die Entdeckung des Befruchtungsvorganges. Innerhalb weniger Monate ließen ihn seine mikroskopischen Untersuchungen die feineren morphologischen Prozesse bei der Befruchtung erkennen und erstmals zur richtigen Deutung gelangen, daß die Befruchtung nur durch einen einzigen Samenfaden ausgeführt wird, dessen Kern sich mit dem Eikern des Embryonalkeimes vereinigt. In den folgenden Jahren gelingt

es Oscar Hertwig, die Kontinuität der Zellkerne, d.h. den direkten Übergang von einer Generation zur nächsten, zu beweisen. Darin liegt nun für Hertwig die entscheidende Voraussetzung, seine Befruchtungslehre im Jahre 1884 zu einer Vererbungstheorie zu erweitern. Er vertritt die Ansicht, daß die färbbare Kernsubstanz der Träger der Erbmasse ist, die bei der Befruchtung in äquivalenter Menge durch Eikern und Samenkern geliefert und dann durch die Kernteilungen gleichmäßig allen Körperzellen zugeführt wird. Hertwigs Vererbungstheorie, von ihm Kernidioplasma-Theorie genannt, gilt, von niemandem bestritten, als Grundstein der modernen Zeugungs- und Vererbungslehre.

Oscar Hertwig war mehr als ein herkömmlicher Gelehrter, ein Biologe im eigentlichen Wortsinn vielmehr, der die Weiten und Grenzen seiner Arbeitskreise zugleich kannte, der seiner Zeit Mittelwege zu gehen anbot, radikaler wissenschaftlicher und biologistischer Einseitigkeit Widerstand entgensetzte in vornehmer Weise, zu vornehm wohl, um breite Anhängerschaft zu finden, als gemäßigter Lamarckist überdies durch die sich differenzierende darwinistische Evolutionstheorie an Boden verlierend.

Er war ein Mensch und Gelehrter schließlich an einer Zeitwende. Hätte er mehr übergreifenden Einfluß gewonnen, wären mehr Männer seiner Art erschienen und mächtig geworden, vielleicht hätten sie geholfen, den Politikern glücklichere und maßvollere biologische Ideen im staatlich-sozialen Realisierungsbereich zu geben, als dies letzten Endes geschehen ist.

Quellen

Ein nahezu vollständiges Verzeichnis der Veröffentlichungen von Oscar Hertwig findet sich im Anhang 2 dieser Dissertation. Hier sind ausschließlich die benutzten Quellen angeführt.

- Oscar Hertwig: Ueber die Entwicklung und den Bau des elastischen Gewebes im Netzknochen. In: Arch. mikroskop. Anat. 9 (1873), S. 80-100.
- Oscar Hertwig: Untersuchungen über den Bau und die Entwicklung des Cellulose-Mantels der Tunicaten. Eine akademische Preisschrift. In: Jena. Zschr. Naturwiss. 7 (1873), S. 46-73.
- Oscar Hertwig: Über das Zahnsystem der Amphibien und seine Bedeutung für die Genese des Skelets der Mundhöhle. In: Arch. mikroskop. Anat. 11, Suppl. H. (1874), VIII, 208 S.
- Oscar Hertwig: Über Bau und Entwicklung der Placoidschuppen und der Zähne der Selachier. In: Jena. Zschr. Naturwiss. 8 (1874), S. 331-404.
- Oscar Hertwig: Beiträge zur Kenntniß der Bildung, Befruchtung und Theilung des thierischen Eies (Abschnitt 1). In: Morphol. Jahrb. 1 (1876), S. 347-434.
- Oscar Hertwig: Ueber das Hautskelet der Fische (Abt. 1: Das Hautskelet der Siluroiden und der Acipenseriden). In: Morphol. Jahrb. 2 (1876), S. 328-395.
- Oscar Hertwig: Beiträge zur Kenntniß der Bildung, Befruchtung und Theilung des thierischen Eies. (Zweiter Theil). In: Morphol. Jahrb. 3 (1877), S. 1-86.
- Oscar Hertwig: Weitere Beiträge zur Kenntniß der Bildung, Befruchtung und Theilung des thierischen Eies. In: Morphol. Jahrb. 3 (1877), S. 271-279.
- Oscar und Richard Hertwig: Ueber das Nervensystem und die Sinnesorgane der Medusen. In: Jena. Zschr. Naturwiss. 11 (1877), S. 355-374.
- Oscar und Richard Hertwig: Das Nervensystem und die Sinnesorgane der Medusen. Leipzig 1878.

- Oscar und Richard Hertwig: Der Organismus der Medusen und seine Stellung zur Keimblättertheorie. In: Denkschr. med.-naturwiss. Ges. Jena 2 H. 1 (1878), S. 1-70.
- Oscar Hertwig: Beiträge zur Kenntniß der Bildung, Befruchtung und Theilung des thierischen Eies. Dritter Theil. In: Morphol. Jahrb. 4 (1878), S. 156-213.
- Oscar Hertwig: Die Geschichte der Zellentheorie. In: Dtsch. Rdsch. 20 (1879), S. 417-429.
- Oscar Hertwig: Ueber das Hautskelet der Fische (Abt. 2: Das Hautskelet der Ganoiden (Lepidosteus und Polypterus)). In: Morphol. Jahrb. 5 (1879), S. 1-21.
- Oscar Hertwig: Ueber das Nervensystem der Actinien. In: Sitz.-Ber. Jena. Ges. Med. Naturwiss. 1879 (1879), S. 88-93.
- Oscar Hertwig: Ueber die Muskulatur der Coelenteraten. In: Sitz.-Ber. Jena. Ges. Med. Naturwiss. 1879 (1879), S. 142-146.
- Oscar und Richard Hertwig: Die Actinien anatomisch und histologisch mit besonderer Berücksichtigung des Nervenmuskelsystems untersucht. In: Jena. Zschr. Naturwiss. 13 (1879), S. 457-640; 14 (1880), S. 39-89.
- Oscar Hertwig: Die Chaetognathen, ihre Anatomie, Systematik und Entwicklungsgeschichte. In: Jena. Zschr. Naturwiss. 14 (1880), S. 196-311.
- Oscar Hertwig: Ueber die Entwicklungsgeschichte der Sagitten. In: Sitz.-Ber. Jena. Ges. Med. Naturwiss. 1880 (1880), S. 7-11.
- Oscar Hertwig: Ueber die Entwicklung des mittleren Keimblattes der Wirbelthiere. In: Sitz.-Ber. Jena. Ges. Med. Naturwiss. 1880 (1880), S. 110-113.
- Oscar und Richard Hertwig: Die Coelomtheorie. Versuch einer Erklärung des mittleren Keimblattes. In: Jena. Zschr. Naturwiss. 15 (1882), S. 1-150.
- Oscar Hertwig: Über das Hautskelet der Fische (Abt. 3: Das Hautskelet der Pediculati, der Discoboli, der Gattung Diana, der Centriscidae, einiger Gattungen aus der Familie der Triglidae und der Plectognathen). In: Morphol. Jahrb. 7 (1882), S. 1-142.

- Oscar Hertwig: Über die Entwicklung des mittleren Keimblattes der Wirbelthiere. In: Jena. Zschr. Naturwiss. 15 (1882), S. 286-340; 16 (1883), S. 247-328.
- Oscar Hertwig: Das mittlere Keimblatt und die Chorda der Anuren. In: Sitz.-Ber. Jena. Ges. Med. Naturwiss. 1882 (1883), S. 19-21.
- Oscar Hertwig: Welchen Einfluß übt die Schwerkraft auf die Theilung der Zellen? In: Jena. Zschr. Naturwiss. 18 (1885), S. 175-205.
- Oscar Hertwig: Das Problem der Befruchtung und der Isotropie des Eies, eine Theorie der Vererbung. In: Jena. Zschr. Naturwiss. 18 (1885), S. 276-318.
- Oscar und Richard Hertwig: Experimentelle Untersuchungen über die Bedingungen der Bastardbefruchtung. In: Jena. Zschr. Naturwiss. 19 (1886), S. 121-165.
- Oscar Hertwig: Lehrbuch der Entwicklungsgeschichte des Menschen und der Wirbeltiere. 8. Aufl. Jena 1906.
- Oscar und Richard Hertwig: Über den Befruchtungs- und Teilungsvorgang des tierischen Eies unter dem Einfluß äußerer Agentien. In: Jena. Zschr. Naturwiss. 20 (1887), S. 120-241, S. 477-510.
- Oscar Hertwig: Vergleich der Ei- und Samenbildung bei Nematoden. Eine Grundlage für celluläre Streitfragen. In: Arch. mikroskop. Anat. 36 (1890), S. 1-138.
- Oscar Hertwig: Experimentelle Studien am tierischen Ei vor, während und nach der Befruchtung. In: Jena. Zschr. Naturwiss. 24 (1890), S. 268-313.
- Oscar Hertwig: Ältere und neuere Entwicklungs-Theorien. Rede gehalten zur Feier des Stiftungstages der militärärztlichen Bildungsanstalten am 2. August 1892. Berlin 1892.
- Oscar Hertwig: Urmund und Spina bifida. Eine vergleichend morphologische, teratologische Studie an mißgebildeten Froscheiern. In: Arch. mikroskop. Anat. 39 (1892), S. 353-503.
- Oscar Hertwig: Die Zelle und die Gewebe. Grundzüge der allgemeinen Anatomie und Physiologie. Bd. 1. Jena 1893. Bd. 2. Jena 1898.

- Oscar Hertwig: Ueber den Werth der ersten Furchungszellen für die Organbildung des Embryo. Experimentelle Studien am Frosch- und Tritonei. In: Arch. mikroskop. Anat. 42 (1893), S. 662-807.
- Oscar Hertwig: Experimentelle Untersuchungen über die ersten Theilungen des Froscheies und ihre Beziehungen zu der Organbildung des Embryo. In: Sitz.-Ber. Preuß. Akad. Wiss. Berlin 1893, S. 385-392.
- Oscar Hertwig: Zeit- und Streitfragen der Biologie. Heft 1: Präformation oder Epigenese? Grundzüge einer Entwicklungstheorie der Organismen. Jena 1894.
- Oscar Hertwig: Beiträge zur experimentellen Morphologie und Entwicklungsgeschichte. I: Die Entwicklung des Froscheies unter dem Einfluß schwächerer und stärkerer Kochsalzlösungen. In: Arch. mikroskop. Anat. 44 (1895), S. 285-344.
- Oscar Hertwig: Experimentelle Erzeugung thierischer Mißbildungen. In: Festschrift zum siebenzigsten Geburtstage von Carl Gegenbaur, Bd. 2, Leipzig 1896, S. 87-101.
- Oscar Hertwig: Ueber den Einfluß verschiedener Temperaturen auf die Entwicklung der Froscheier. In: Sitz.-Ber. Preuß. Akad. Wiss. Berlin 1896, S. 105-108.
- Oscar Hertwig: Zeit- und Streitfragen der Biologie. Heft 2: Mechanik und Biologie. Mit einem Anhang: Kritische Bemerkungen zu den entwicklungsmechanischen Naturgesetzen von Roux. Jena 1897.
- Oscar Hertwig: Über einige am befruchteten Froschei durch Centrifugalkraft hervorgerufene Mechanomorphosen. In: Sitz.-Ber. Preuß. Akad. Wiss. Berlin 1897, S. 14-18.
- Oscar Hertwig: Ueber den Einfluß der Temperatur auf die Entwicklung von *Rana fusca* und *Rana esculenta*. In: Arch. mikroskop. Anat. 51 (1898), S. 319-381.
- Oscar Hertwig: Die Lehre vom Organismus und ihre Beziehung zur Socialwissenschaft. Rede zur Feier des Geburtstages Seiner Majestät des Kaisers und Königs in der Aula der Königlichen Friedrich-Wilhelms-Universität zu Berlin am 27. Januar 1899. Berlin 1899.

- Oscar Hertwig: Beiträge zur experimentellen Morphologie und Entwicklungsgeschichte 4: Ueber einige durch Centrifugalkraft in der Entwicklung des Froscheies hervorgerufene Veränderungen. In: Arch. mikroskop. Anat. 53 (1899), S. 415-444.
- Oscar Hertwig: Die Elemente der Entwicklungslehre des Menschen und der Wirbeltiere. 5. Aufl. Jena 1915.
- Oscar Hertwig: Strittige Punkte aus der Keimblattlehre der Wirbelthiere. In: Sitz.-Ber. Preuß. Akad. Wiss. Berlin 1901, S. 528-533.
- Oscar Hertwig: Die wichtigsten Fortschritte auf dem Gebiete der Zellenlehre. In: Die deutsche Klinik am Eingange des zwanzigsten Jahrhunderts, hrsg. von E. von Leyden und F. Klemperer, Bd. 1, (Berlin-Wien 1903), S. 377-408.
- Oscar Hertwig: Das Leben der Zellen im Zellenstaat, verglichen mit Vorgängen im Organismus der menschlichen Gesellschaft. In: Dtsch. Revue 28, 2 (1903), S. 198-210.
- Oscar Hertwig: Der Mensch ein Zellenstaat und die Gesetze des Zellenlebens. In: Bl. Volksges.pfl. 4 (1904), S. 1-5, 17-22.
- Oscar Hertwig: Das Bildungsbedürfnis und seine Befriedigung durch deutsche Universitäten. Rede zur Gedächtnisfeier des Stifters der Berliner Universität König Friedrich Wilhelm III, in der Aula derselben am 3. August 1905 gehalten. Berlin 1905.
- Oscar Hertwig: Allgemeine Biologie. 2. Aufl. des Lehrbuches "Die Zelle und die Gewebe". Jena 1906.
- Oscar Hertwig: Einleitung und allgemeine Litteraturübersicht. (Die Entwicklungslehre im 16. bis 18. Jahrhundert. Die Entwicklungslehre im 19. Jahrhundert). In: Handbuch d. vergl. u. exper. Entwicklungslehre der Wirbeltiere, hrsg. von Oscar Hertwig, Bd. 1, Tl. 1, Hälfte 1 (Jena 1906), S. 1-85.
- Oscar Hertwig: Die Lehre von den Keimblättern. In: Handbuch d. vergl. u. exper. Entwicklungslehre der Wirbeltiere Bd. 1, Tl. 1, Hälfte 1 (1906), S. 699-966.

- Oscar Hertwig: Mißbildungen und Mehrfachbildungen, die durch Störung der ersten Entwicklungsprozesse hervorgerufen werden. In: Handbuch d. vergl. u. exper. Entwicklungslehre der Wirbeltiere Bd. 1, Tl. 1, Hälfte 1 (1906), S. 967-1018.
- Oscar Hertwig: Ueber die Stellung der vergleichenden Entwicklungslehre zur vergleichenden Anatomie, zur Systematik und Deszendenztheorie. (Das biogenetische Grundgesetz, Palingenese und Cenogenese.) In: Handbuch d. vergl. u. exper. Entwicklungslehre der Wirbeltiere Bd. 3, Tl. 3 (1906), S. 149-183.
- Oscar Hertwig und Heinrich Poll: Zur Biologie der Mäuse-tumoren. Experimentelle Untersuchungen. In: Abh. Preuß. Akad. Wiss. Berlin 1907, phys.-math. Kl., Abh. I, S. 1-75.
- Oscar Hertwig: Das biogenetische Grundgesetz nach dem heutigen Stand der Biologie. In: Intern. Wschr. Wiss. Kunst Techn. 1 (1907), Sp. 63-70, 91-98.
- Oscar Hertwig: Die Entwicklung der Biologie im 19. Jahrhundert. 2. erweit. Aufl. mit einem Zusatz über den gegenwärtigen Stand des Darwinismus. Jena 1908.
- Oscar Hertwig: Der Kampf um Kernfragen der Entwicklungs- und Vererbungslehre. Jena 1909.
- Oscar Hertwig: Darwins Einfluß auf die deutsche Biologie. In: Intern. Wschr. Wiss. Kunst Techn. 3 (1909), Sp. 953-958.
- Oscar Hertwig: Die Radiumstrahlung in ihrer Wirkung auf die Entwicklung tierischer Eier. In: Sitz.-Ber. Preuß. Akad. Wiss. Berlin 1910, S. 221-233.
- Oscar Hertwig: Neue Untersuchungen über die Wirkung der Radiumstrahlung auf die Entwicklung tierischer Eier. In: Sitz.-Ber. Preuß. Akad. Wiss. Berlin 1910, S. 751-771.
- Oscar Hertwig: Die Radiumkrankheit tierischer Keimzellen. Ein Beitrag zur experimentellen Zeugungs- und Vererbungslehre. In: Arch. mikroskop. Anat. 77, Abt. II (1911), S. 1-95, 97-164.
- Oscar Hertwig: Das Radium als Hilfsmittel für entwicklungs-physiologische Experimente. In: Dtsch. med. Wschr. 37 (1911), S. 2209-2212.

- Oscar Hertwig: Mesothoriumversuche an tierischen Keimzellen, ein experimenteller Beweis für die Idioplasmanatur der Kernsubstanzen. In: Sitz.-Ber. Preuß. Akad. Wiss. Berlin 1911, S. 844-873.
- Oscar Hertwig: Die Wirkung der Radiumstrahlung auf die Entwicklung tierischer Eier. In: Umschau 15 (1911), S. 12-14.
- Oscar Hertwig: Veränderung der idioplasmatischen Beschaffenheit der Samenfäden durch physikalische und durch chemische Eingriffe. In: Sitz.-Ber. Preuß. Akad. Wiss. Berlin 1912, S. 554-571.
- Oscar Hertwig: Keimesschädigung durch chemische Eingriffe. 5. Mitt. In: Sitz.-Ber. Preuß. Akad. Wiss. Berlin 1913, S. 564-582.
- Oscar Hertwig: Das Werden der Organismen. Eine Widerlegung von Darwin's Zufallstheorie. Jena 1916.
- Oscar Hertwig: Zur Abwehr des ethischen, des sozialen, des politischen Darwinismus. Jena 1918.
- Oscar Hertwig: Dokumente zur Geschichte der Zeugungslehre. Eine historische Studie als Abschluß eigener Forschung. In: Arch. mikroskop. Anat. 90, Abt. II (1918), S. 1-168.
- Oscar Hertwig: Der Staat als Organismus. Gedanken zur Entwicklung der Menschheit. Jena 1922.

Literatur

- Artelt, Walter: Einführung in die Medizinhistorik. Stuttgart 1949.
- Auerbach, Leopold: Organologische Studien. 2 Hefte. Breslau 1874.
- Balfour, Francis: Comparative embryology. London 1880/81.
- Barthelmeß, Alfred: Vererbungswissenschaft. Freiburg 1952
(= Orbis Academicus. Problemgeschichten der Wissenschaft in Dokumenten und Darstellungen. Hrsg. v. Fritz Wagner und Richard Brodführer).
- Beneden, Edouard van: Recherches sur la maturation de l'ouef, la fécondation et la division cellulaire. In: Archives de biologie 4 (1883), S. 382f.
- Brown, Robert: Observations on the organs and mode of fecundation in Orchideae and Asclepiadeae. Transaction of the Linnean society 16 (1829-32), S. 685-746.
- Brücke, Ernst Wilhelm von: Die Elementarorganismen. In: Sitz.-Ber. d. Wiener Akad. d. Wiss., 2. Abt. 44 (1861), S. 381-406.
- Buddenbrock, Wolfgang von: Biologische Grundprobleme und ihre Meister. 2. Aufl. Berlin 1951.
- Churchill, Frederick: Hertwig, Weismann and the Meaning of Reduction Division Circa 1890. In: Isis 61 (1970), S. 429-457.
- Darwin, Charles: Das Variieren der Tiere und Pflanzen im Zustande der Domestikation. 2 Bände. Stuttgart 1873.
- Darwin, Charles: Über die Entstehung der Arten durch natürliche Zuchtwahl. 9. unveränderte Aufl. (Einzig autorisierte deutsche Ausgabe.) Stuttgart 1910.
- Darwin, Francis (Hrsg.): Die Fundamente zur Entstehung der Arten. Zwei in den Jahren 1842 und 1844 verfasste Essays von Charles Darwin. Leipzig und Berlin 1911.
- Driesch, Hans: Der Vitalismus. Leipzig 1905.

- Fischer, Isidor (Hrsg.): Biographisches Lexikon der hervorragenden Ärzte der letzten 50 Jahre. Bd. 1. Berlin 1932.
- Franz, Victor (Hrsg.): Ernst Haeckel. Sein Leben, Denken und Wirken. Bd. 1. Jena und Leipzig 1943.
- Gaupp, Ernst: August Weismann. Sein Leben und sein Werk. Jena 1917.
- Galton, Francis: Hereditary Genius, an inquiry into its laws and consequences. London 1869.
- Galton, Francis: A theory of heredity. In: The contemporary review 27 (1876).
- Haeckel, Ernst: Anthropogenie. Keimes- und Stammesgeschichte des Menschen. 1. Aufl. o.O. 1874.
- Haeckel, Ernst: Die Gastraeatheorie, die phylogenetische Klassifikation des Tierreiches und die Homologie der Keimblätter. In: Jena.Zschr.Naturwiss. 8 (1874).
- Hartmann, Eduard von: Grundriß der Naturphilosophie. Bad Sachsa im Harz 1907.
- Hering, Ewald: Über das Gedächtnis als eine allgemeine Function der organisirten Materie. In: Almanach d. Kaiserl. Akad. d. Wissensch., 20. Jg., Wien 1870, S. 253-278.
- Keibel, Franz: Haeckels biogenetisches Grundgesetz und das ontogenetische Kausalgesetz von Oscar Hertwig. In: Dtsch. med. Wschr. 37 (1911), S. 170-172.
- Keibel, Franz: Nachruf. In: Anat. Anz. 56 (1923), S. 372-377.
- Korschelt, Eugen u. Heider, Karl: Lehrbuch der vergleichenden Entwicklungsgeschichte der wirbellosen Tiere. Jena 1890-93.
- Lenz, Fritz: Oskar Hertwigs Angriff gegen den "Darwinismus" und die Rassenhygiene. In: Arch. Rassen- und Gesellschafts-Biol. (1921), S. 194-203.

- Loeb, Jacques: Ueber den chemischen Charakter des Befruchtungsvorganges und seine Bedeutung für die Theorie der Lebenserscheinungen. Vortrag geh. auf dem internationalen Zoologenkongreß zu Boston 1907.
- Loeb, Jacques: Die chemische Entwicklungserregung des tierischen Eies. Berlin 1909.
- Mann, Gunter: Rassenhygiene - Sozialdarwinismus. In: Biologismus im 19. Jahrhundert. Hrsg. v. Gunter Mann. Stuttgart 1973, S. 73-93.
- Mann, Gunter: Ernst Haeckel und der Darwinismus: Popularisierung, Propaganda und Ideologisierung. In: Med. hist. J. 15 (1980), S. 269-283.
- Mann, Gunter: Darwinismus - Mensch und Gesellschaft. In: Anstösse 29 (1982), S. 59-71.
- Mann, Gunter: Neovitalismus. In: Med. hist. J. 18 (1983), S. 376-383.
- Metze, Erich (Hrsg.): Ueber die Lebenskraft. Ein Glaubensbekenntnis von Emil du Bois-Reymond. Brackwede 1909.
- Meyen, Franz Julius: Phytotomie. Berlin 1830.
- Mohl, Hugo von: Über die Saftbewegung im Inneren der Zellen. In: Botanische Zeitung (1846), S. 337f.
- Naegeli, Carl Wilhelm von: Mechanisch-physiologische Theorie der Abstammungslehre. München 1884.
- Olby, Robert: Wilhelm August Oscar Hertwig. In: Dictionary of scientific biography 6 (1972), S. 337-340.
- Pfeffer, Wilhelm: Handbuch der Pflanzenphysiologie. Leipzig 1897.
- Rabl, Carl: Theorie des Mesoderms. Leipzig 1897.
- Remak, Robert: Über extrazelluläre Entstehung tierischer Zellen und über Vermehrung derselben durch Teilung. In: Arch. f. Anat. o.B. (1852), S. 47-57.
- Roux, Wilhelm: Der Kampf der Teile im Organismus. Leipzig 1881.

- Roux, Wilhelm: Gesammelte Abhandlungen über die Entwicklungsmechanik der Organismen. Leipzig 1895.
- Schleiden, Matthias: Beiträge zur Phytogenesis. In: Arch. f. Anat. o.B. (1838), S. 137-176.
- Schopenhauer, Arthur: Die Welt als Wille und Vorstellung. Erster Band. Leipzig 1844.
- Schultze, Max: Über Muskelkörperchen und was man eine Zelle zu nennen habe. In: Arch. f. Anat. u. Physiol. o.B. (1861), S. 1-27.
- Schultze, Max: Das Protoplasma der Rhizopoden und der Pflanzenzelle. Leipzig 1863.
- Schwann, Theodor: Mikroskopische Untersuchungen ueber die Uebereinstimmung in der Structur und dem Wachsthum der Thiere und Pflanzen. Berlin 1839.
- Seidler, Eduard (Hrsg.): Wörterbuch medizinischer Grundbegriffe. Freiburg 1979.
- Semon, Richard: Die Mneme als erhaltendes Prinzip im Wandel des organischen Geschehens. Leipzig 1904.
- Spencer, Herbert: Die Prinzipien der Biologie. Stuttgart 1877.
- Spencer, Herbert: Die Unzulänglichkeit der natürlichen Zuchtwahl. In: Biol. Zentralblatt 14 (1894), S. 262f.
- Stark, Dietrich: Embryologie. Stuttgart 1955.
- Steche, Otto: Kritische Bemerkungen zu Oskar Hertwigs Werk: Das Werden der Organismen. Eine Widerlegung von Darwins Zufallstheorie. Frankf. Univ.-Ztg. 2 (1916), S. 194-196.
- Störig, Hans Joachim: Kleine Weltgeschichte der Philosophie. Bd. 1. Stuttgart 1976.
- Strasburger, Eduard: Neue Untersuchungen über den Befruchtungsvorgang bei den Phanerogamen als Grundlage für eine Theorie der Zeugung. Jena 1884.

- Stubbe, Hans: Kurze Geschichte der Genetik bis zur Wiederentdeckung der Vererbungsregeln Gregor Mendels. Jena 1965 (= Genetik. Grundlagen, Ergebnisse und Probleme in Einzeldarstellungen. Hrsg. v. Hans Stubbe. Beitr. 1).
- Tembrock, Günter: Oscar Hertwig (1849-1922). In: Geschichte der Mikroskopie. Leben und Werk großer Forscher. Bd. 1 Biologie. Hrsg. v. Hugo Freund und Alexander Berg. Frankfurt 1963.
- Treviranus, Ludwig Christian: Vom inwendigen Bau der Gewächse. Göttingen 1806.
- Verworn, Max: Allgemeine Physiologie. Jena 1895.
- Virchow, Rudolf: Die Zellulärpathologie in ihrer Begründung auf physiologische und pathologische Gewebelehre. Berlin 1858.
- de Vries, Hugo: Intrazelluläre Pangenesis. Jena 1889.
- Wasmann, Erich: Die wissenschaftlichen Vermächtnisse zweier großer Biologen. In: Stimmen der Zeit 97 (1919), S. 449-462.
- Weindling, Paul: Cell Biology and Darwinism in Imperial Germany: The Contribution of Oscar Hertwig (1849-1922). London 1982.
- Weismann, August: Über die Vererbung. Jena 1883.
- Weismann, August: Über die Kontinuität des Keimplasmas als Grundlage einer Theorie der Vererbung. Jena 1885.
- Weismann, August: Amphimixis oder die Vermischung der Individuen. Jena 1891.
- Weismann, August: Das Keimplasma. Eine Theorie der Vererbung. Jena 1892.
- Weismann, August: Die Allmacht der Naturzüchtung. Eine Erwiderung an Herbert Spencer. Jena 1893.
- Weismann, August: Neue Gedanken zur Vererbungsfrage. Jena 1895.

Weismann, August: Über Germinalselektion. Leiden 1896.

Weissenberg, Richard: Oscar Hertwig (1849-1922). Leipzig
1959.

Wundt, Wilhelm: Lehrbuch der Physiologie des Menschen.
Erlangen 1873.

Anhang 1

Morphol. Jahrbuch Bd I

Taf. X

Fig. 1

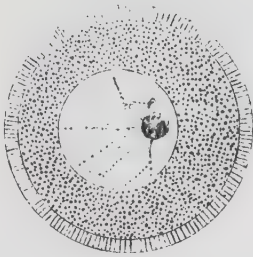


Fig. 2.

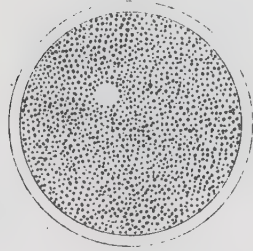


Fig. 3.

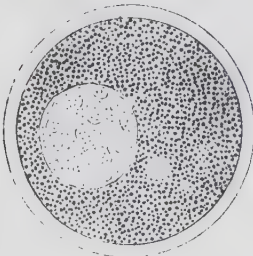


Fig. 4.

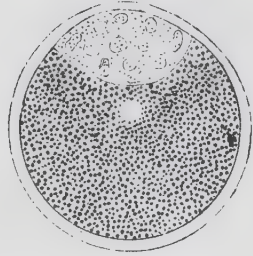


Fig. 5.

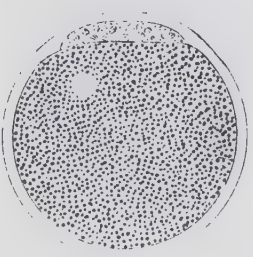


Fig. 6.

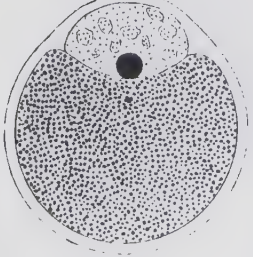


Fig 7

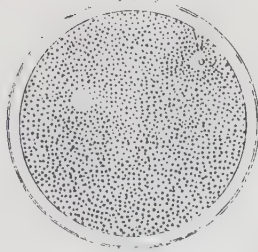


Fig 8

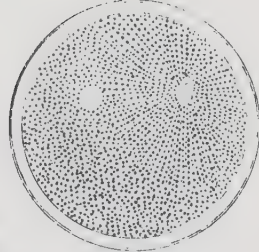


Fig 9



Fig 10.

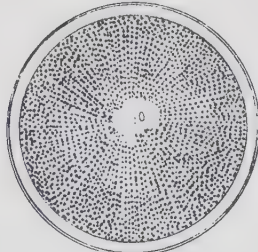


Fig. 11.

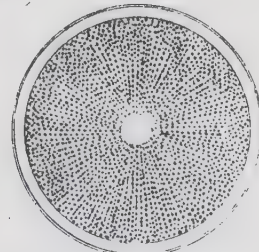


Fig. 12.

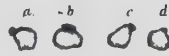


Fig. 13.

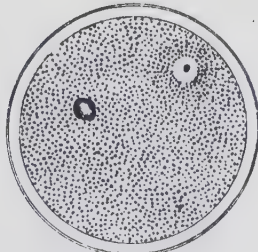


Fig. 14.

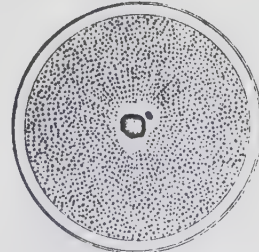


Fig. 15.

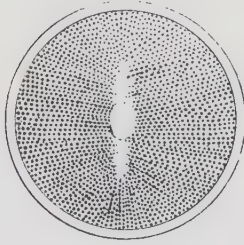


Fig. 16.

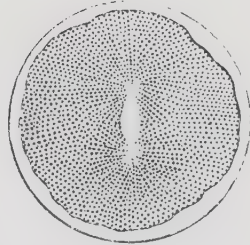


Fig. 17.

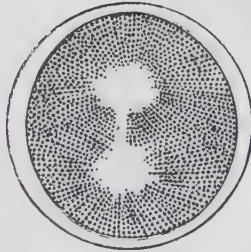


Fig. 18.

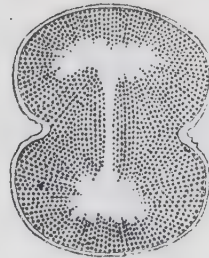


Fig. 19.

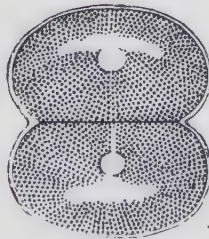


Fig. 20.

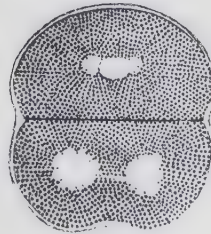


Fig. 21.

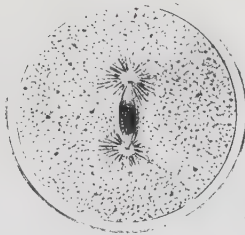


Fig. 22.

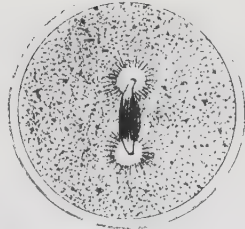


Fig. 27.



Fig. 23.

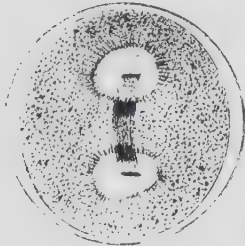


Fig. 24.

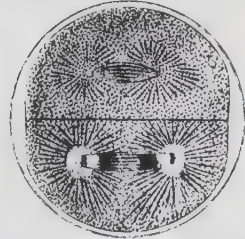


Fig. 28.



Fig. 25.

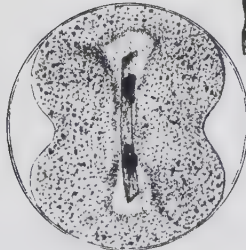


Fig. 26.



Anhang 2

Personalbibliographie zusammengestellt von Rudolph Zaunick,
durch mich ergänzt und formal modifiziert.

Oscar Hertwig: Ueber die Entwicklung und den Bau des elastischen Gewebes im Netzknorpel. In: Arch. mikroskop. Anat. 9 (1873), S. 80-100.

Oscar Hertwig: Untersuchungen über den Bau und die Entwicklung des Cellulose-Mantels der Tunicaten. Eine akademische Preisschrift. In: Jena. Zschr. Naturwiss. 7 (1873), S. 46-73.

Oscar Hertwig: Über das Zahnsystem der Amphibien und seine Bedeutung für die Genese des Skelets der Mundhöhle. In: Arch. mikroskop. Anat. 11, Suppl. H. (1874), VIII, 208 S.

Oscar Hertwig: Über Bau und Entwicklung der Placoid-schuppen und der Zähne der Selachier. In: Jena. Zschr. Naturwiss. 8 (1874), S. 331-404.

Oscar Hertwig: Beiträge zur Kenntniß der Bildung, Befruchtung und Theilung des thierischen Eies (Abschnitt 1). In: Morphol. Jahrb. 1 (1876), S. 347-434.

Oscar Hertwig: Ueber das Hautskelet der Fische (Abt. 1: Das Hautskelet der Siluroiden und der Acipenseriden). In: Morphol. Jahrb. 2 (1876), S. 328-395.

Oscar Hertwig: Beiträge zur Kenntniß der Bildung, Befruchtung und Theilung des thierischen Eies. (Zweiter Theil). In: Morphol. Jahrb. 3 (1877), S. 1-86.

Oscar Hertwig: Weitere Beiträge zur Kenntniß der Bildung, Befruchtung und Theilung des thierischen Eies. In: Morphol. Jahrb. 3 (1877), S. 271-279.

Oscar und Richard Hertwig: Ueber das Nervensystem und die Sinnesorgane der Medusen. In: Jena. Zschr. Naturwiss. 11 (1877), S. 355-374.

Oscar und Richard Hertwig: Das Nervensystem und die Sinnesorgane der Medusen. Leipzig 1878.

Oscar und Richard Hertwig: Der Organismus der Medusen und seine Stellung zur Keimblättertheorie. In: Denkschr. med.-naturwiss. Ges. Jena 2 H 1 (1878), S. 1-70.

Oscar Hertwig: Beiträge zur Kenntniß der Bildung, Befruchtung und Theilung des thierischen Eies. (Dritter Theil). In: Morphol. Jahrb. 4 (1878), S. 156-213.

Oscar Hertwig: Die Geschichte der Zellentheorie. In: Dtsch. Rdsch. 20 (1879), S. 417-429.

Oscar Hertwig: Ueber das Hautskelet der Fische (Abt. 2: Das Hautskelet der Ganoiden (Lepidosteus und Polypterus)). In: Morphol. Jahrb. 5 (1879), S. 1-21.

Oscar Hertwig: Ueber das Nervensystem der Actinien. In: Sitz.-Ber. Jena. Ges. Med. Naturwiss. 1879 (1879), S. 88-93.

Oscar Hertwig: Ueber die Muskulatur der Coelenteraten. In: Sitz.-Ber. Jena. Ges. Med. Naturwiss. 1879 (1879), S. 142-146.

Oscar und Richard Hertwig: Die Actinien anatomisch und histologisch mit besonderer Berücksichtigung des Nervensystems untersucht. In: Jena. Zschr. Naturwiss. 13 (1879), S. 457-640; 14 (1880), S. 39-89.

Oscar Hertwig: Die Chaetognathen, ihre Anatomie, Systematik und Entwicklungsgeschichte. In: Jena. Zschr. Naturwiss. 14 (1880), S. 196-311.

Oscar Hertwig: Ueber die Entwicklungsgeschichte der Saggitten. In: Sitz.-Ber. Jena. Ges. Med. Naturwiss. 1880 (1880), S. 7-11.

Oscar Hertwig: Ueber die Entwicklung des mittleren Keimblattes der Wirbelthiere. In: Sitz.-Ber. Jena. Ges. Med. Naturwiss. 1880 (1880), S. 110-113.

Oscar Hertwig: Der anatomische Unterricht. Vortrag beim Antritt der anatomischen Professur an der Universität Jena am 28. Mai 1881. Jena 1881.

Oscar und Richard Hertwig: Die Coelomtheorie. Versuch einer Erklärung des mittleren Keimblattes. In: Jena. Zschr. Naturwiss. 15 (1882), S. 1-150.

Oscar Hertwig: Über das Hautskelet der Fische (Abt. 3: Das Hautskelet der Pediculati, der Discoboli, der Gattung Diana, der Centriscidae, einiger Gattungen aus der Familie der Triglidae und der Plectognathen). In: Morphol. Jahrb. 7 (1882), S. 1-142.

Oscar Hertwig: Über die Entwicklung des mittleren Keimblattes der Wirbelthiere. In: Jena. Zschr. Naturwiss. 15 (1882), S. 286-340; 16 (1883), S. 247-328.

Oscar Hertwig: Das mittlere Keimblatt und die Chorda der Anuren. In: Sitz.-Ber. Jena. Ges. Med. Naturwiss. 1882 (1883), S. 19-21.

Oscar Hertwig: Die Entwicklung der Deckknochen am Kopf-skelet des Hechtes. In: Sitz.-Ber. Jena. Ges. Med. Naturwiss. 1882 (1883), S. 46-47.

Oscar Hertwig: Die Symbiose oder das Genossenschaftsleben im Thierreich. Vortrag in der ersten öffentlichen Sitzung der 56. Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte zu Freiburg i.B. am 18. September 1883. Jena 1883.

Oscar Hertwig: Die Verwendung des Sciopticons als eines anatomischen Unterrichtsmittels. In: Sitz.-Ber. Jena. Ges. Med. Naturwiss. 1883 (1884), S. 17.

Oscar Hertwig: Welchen Einfluß übt die Schwerkraft auf die Theilung der Zellen? In: Jena. Zschr. Naturwiss. 18 (1885), S. 175-205.

Oscar Hertwig: Das Problem der Befruchtung und der Isotropie des Eies, eine Theorie der Vererbung. In: Jena. Zschr. Naturwiss. 18 (1885), S. 276-318.

Oscar Hertwig: Über das Vorkommen spindeligter Körper im Dotter junger Froscheier. In: Morphol. Jahrb. 10 (1885), S. 337-343. - Vgl. dazu: Ueber spindelförmige Körper im Dotter der Froscheier - Ueber Bastardierungsversuche an Eiern von Echinodermen. In: Sitz.-Ber. Jena. Ges. Med. Naturwiss. 1884 (1885), S. 33.

Oscar und Richard Hertwig: Experimentelle Untersuchungen über die Bedingungen der Bastardbefruchtung. In: Jena. Zschr. Naturwiss. 19 (1886), S. 121-165.

Oscar Hertwig: Ueber den Befruchtungs- und Theilungsvorgang des thierischen Eies unter dem Einfluß äußerer Agentien. In: Jena. Zschr. Naturwiss. 20, Suppl. H. 1 (1886), S. 17-24.

Oscar Hertwig: Ueber die menschliche Allantois. In: Sitz.-Ber. Jena. Med. Naturwiss. 1886 (1887), S. 102.

Oscar Hertwig: Lehrbuch der Entwicklungsgeschichte des Menschen und der Wirbeltiere. Jena 1886/88; ²1888; ³1890; ⁴1893; ⁵1896; ⁶1898; ⁷1902; ⁸1906; ⁹1910; ¹⁰1915. - Französische Übersetzung unter dem Titel: *Traité d'embryologie, ou Histoire du développement de l'homme et des vertébrés*, par Oscar Hertwig. Traduit sur la troisième édition allemande, par Charles Julin. Paris 1891; ²1900. - Englische Übersetzung u.d.T.: *Textbook of the Embryology of man and mammals*. Translated from the third German edition by E.L. Mark. London 1892. - Italienische Übersetzung u.d.T.: *Trattato di embriologia dell'uomo e dei vertebrati*. Traduzione di Ant. Cioja. 4^a ediz. Milano 1894.

Oscar und Richard Hertwig: Über den Befruchtungs- und Theilungsvorgang des tierischen Eies unter dem Einfluß äußerer Agentien. In: Jena. Zschr. Naturwiss. 20 (1887), S. 120-241, 477-510.

Oscar Hertwig: Vergleich der Ei- und Samenbildung bei Nematoden. Eine Grundlage für celluläre Streitfragen. In: Arch. mikroskop. Anat. 36 (1890), S. 1-138.

Oscar Hertwig: Experimentelle Studien am tierischen Ei vor, während und nach der Befruchtung. In: Jena. Zschr. Naturwiss. 24 (1890), S. 268-313.

Oscar Hertwig: Über die physiologische Grundlage der Tuberkulinwirkung. Eine Theorie der Wirkungsweise bazillärer Stoffwechselprodukte. Jena 1891.

Oscar Hertwig: Ueber pathologische Veränderung des Kernteilungsprocesses in Folge experimenteller Eingriffe. In: Intern. Beitr. z. wissenschaftl. Medicin, Festschrift Rudolf Virchow gewidmet, Bd. 1, Berlin 1891, S. 195-212.

Oscar Hertwig: Ältere und neuere Entwicklungs-Theorien. Rede gehalten zur Feier des Stiftungstages der militär-ärztlichen Bildungsanstalten am 2. August 1892. Berlin 1892.

Oscar Hertwig: Entwicklungsgeschichte des menschlichen Ohres. In: Handbuch d. Ohrenheilkunde, hrsg. von H. Schwartze, Bd. 1 (Leipzig 1892), S. 135-153.

Oscar Hertwig: Urmund und Spina bifida. Eine vergleichend morphologische, teratologische Studie an mißgebildeten Froscheiern. In: Arch. mikroskop. Anat. 39 (1892), S. 353-503.

Oscar Hertwig: Die Zelle und die Gewebe. Grundzüge der allgemeinen Anatomie und Physiologie. Bd. 1. Jena 1893. Bd. 2. Jena 1898. - Französische Übersetzung u.d.T.: La Cellule et les tissus, éléments d' anatomie et de physiologie générales, par Oscar Hertwig. Trad. de l'allemand par Charles Julin. I: Anatomie et physiologie générales de la cellule. Paris 1894; II: Anatomie et physiologie générales des tissus. Paris 1903. - Englische Übersetzung u.d.T.: The Cell: outlines of general anatomy and physiology. Transl. by M. Campbell. London 1895; ²1909. - Russische Übersetzung u.d.T.: Kletka i tkani. Osnovy obščej anatomii i fiziologii. Professora doktora Oskara Gertviga, direktora Pervogo Anatomičeskogo instituta v Berlinskom universitete. Pereveli s nemeckogo sočinenija O. Hertwig, Die Zelle und die Gewebe i dopolnili I. Borodin i N. Cholodkovskij, professor Voenno-Medicinskoj akademii. I: Obščaja anatomija i fiziologija kletki. St. Petersburg 1894; II: Obščaja anatomija i fiziologija tkanej. St. Petersburg 1900; 2-e russkoe izdanie, značitel'no dopolnennoe. T. I: Obščaja anatomija i fiziologija kletki. St. Petersburg 1904.

Oscar Hertwig: Ueber den Werth der ersten Furchungszellen für die Organbildung des Embryo. Experimentelle Studien am Frosch- und Tritonei. In: Arch. mikroskop. Anat. 42 (1893), S. 662-807.

Oscar Hertwig: Experimentelle Untersuchungen über die ersten Theilungen des Froscheies und ihre Beziehungen zu der Organbildung des Embryo. In: Sitz.-Ber. Preuß. Akad. Wiss. Berlin 1893, S. 385-392.

Oscar Hertwig: Antrittsrede. In: Sitz.-Ber. Preuß. Akad. Wiss. Berlin 1893, S. 636-637.

Oscar Hertwig: Zeit- und Streitfragen der Biologie. Heft 1: Präformation oder Epigenese? Grundzüge einer Entwicklungstheorie der Organismen. Jena 1894.

Oscar Hertwig: Neuere Experimente über das Regenerations- und Gestaltungsvermögen der Organismen. In: Berl. klin. Wschr. 31 (1894), S. 903-906.

Oscar Hertwig: Über den Einfluß äußerer Bedingungen auf die Entwicklung des Froscheies. In: Sitz.-Ber. Preuß. Akad. Wiss. Berlin 1894, S. 311-317.

Oscar Hertwig: Beiträge zur experimentellen Morphologie und Entwicklungsgeschichte. I: Die Entwicklung des Froscheies unter dem Einfluß schwächerer und stärkerer Kochsalzlösungen. In: Arch. mikroskop. Anat. 44 (1895), S. 285-344.

Oskar Hertwig: Die Tragweite der Zellentheorie. In: Die Aula. Wblatt. akad. Welt 1 (1895), Heft 2 u. 3.

Oscar Hertwig: Experimentelle Erzeugung thierischer Mißbildungen. In: Festschrift zum siebenzigsten Geburtstage von Carl Gegenbaur, Bd. 2, Leipzig 1896, S. 87-101.

Oscar Hertwig: Ueber den Einfluß verschiedener Temperaturen auf die Entwicklung der Froscheier. In: Sitz.-Ber. Preuß. Akad. Wiss. Berlin 1896, S. 105-108.

Oscar Hertwig: Zeit- und Streitfragen der Biologie. Heft 2: Mechanik und Biologie. Mit einem Anhang: Kritische Bemerkungen zu den entwicklungsmechanischen Naturgesetzen von Roux. Jena 1897.

Oscar Hertwig: Berichtigung einer mich betreffenden Bemerkung von Prof. Barfurth. In: Biol. Cbl. 17 (1897), S. 591-592.

Oscar Hertwig: Über einige am befruchteten Froschei durch Centrifugalkraft hervorgerufene Mechanomorphosen. In: Sitz.-Ber. Preuß. Akad. Wiss. Berlin 1897, S. 14-18.

Oscar Hertwig: Ueber den Einfluß der Temperatur auf die Entwicklung von *Rana fusca* und *Rana esculenta*. In: Arch. mikroskop. Anat. 51 (1898), S. 319-381.

Oscar Hertwig: Über die Veränderungen unbefruchteter Eier von *Ascaris megalocephala*. In: Sitz.-Ber. Preuß. Akad. Wiss. Berlin 1898, S. 673-675.

Oscar Hertwig: Die Lehre vom Organismus und ihre Beziehung zur Socialwissenschaft. Rede zur Feier des Geburtstages Seiner Majestät des Kaisers und Königs in der Aula der Königlichen Friedrich-Wilhelms-Universität zu Berlin am 27. Januar 1899. Berlin 1899.

Oscar Hertwig: Über das Temperaturmaximum bei der Entwicklung der Eier von *Rana fusca*. In: Cinquantenaire de la Société de Biologie, Volume jubilaire (Paris 1899), S. 14-16.

Oscar Hertwig: Beiträge zur experimentellen Morphologie und Entwicklungsgeschichte 4: Ueber einige durch Centrifugalkraft in der Entwicklung des Froscheies hervorgerufene Veränderungen. In: Arch. mikroskop. Anat. 53 (1899), S. 415-444.

Oscar Hertwig: Ueber die Stellung der Anatomie und Physiologie in den medicinischen Prüfungen. In: Anat. Anz. 16 (1899), S. 594-600.

Oscar Hertwig: Die Elemente der Entwicklungslehre des Menschen und der Wirbeltiere. Anleitung und Repetitorium für Studierende und Ärzte. Jena 1900; ²1904; ³1905; ⁴1910; ⁵1915; ⁶1920. - Französische Übersetzung u.d.T.: Précis d'embryologie de l'homme et des vertébrés, par le professeur Oscar Hertwig ... traduit, sur la 2^e édition allemande, par Louis Mercier. Paris 1906. - Russische Übersetzung u.d.T.: Elementy embriologii čeloveka i pozvonočnych životnych dlja vračej i studentov O. Gertviga, professora Anatomo-biologičeskogo instituta Berlinskogo universiteta. Perevod s 3-go nemeckogo izdanija, pod redakciej V. Ja. Rubaškina. St. Petersburg 1908; ²1912. - Italienische Über-

setzung u.d.T.: Elementi di embriologia dell'uomo e dei vertebrati. Traduzione di G. Sterzi e G. Favaro. Milano 1918. Terza edizione dalla sesta ed ultima tedesca a cura di G. Labertini. Milano 1927.

Oscar Hertwig, von La Valette St. George und Wilhelm Waldeyer: Johannes Müller zum Gedächtnis. In: Arch. mikroskop. Anat. 55 (1900), S. I-X.

Oscar Hertwig: Die Entwicklung der Biologie im 19. Jahrhundert. Jena 1900.

Oscar Hertwig: Strittige Punkte aus der Keimblattlehre der Wirbelthiere. In: Sitz.-Ber. Preuß. Akad. Wiss. Berlin 1901, S. 528-533.

Oscar Hertwig: Die Rolle des Urmundes bei dem Aufbau des Wirbeltierkörpers. In: Verh. V. Intern. Zool.-Congr. Berlin 12.-16. Aug. 1901 (1902), S. 423.

Oscar Hertwig: Aufforderung zur Ueberlassung von mikroskopischen Präparaten für ein wissenschaftliches Museum der vergleichenden und experimentellen Histologie und Entwicklungslehre am anatomisch-biologischen Institut zu Berlin. In: Anat. Anz. 21 (1902), S. 30-31.

Oscar Hertwig: Über eine neue Vorrichtung zum Photographiren der Ober- und Unterseite wagerecht liegender kleiner Objecte und über eine mit Hülfe derselben angestellte Untersuchung von einzelnen Stadien aus der Entwicklung des Froscheies. In: Sitz.-Ber. Preuß. Akad. Wiss. Berlin 1902, S. 450-454.

Oscar Hertwig: Die wichtigsten Fortschritte auf dem Gebiete der Zellenlehre. In: Die deutsche Klinik am Eingange des zwanzigsten Jahrhunderts, hrsg. von E. von Leyden und F. Klemperer, Bd. 1 (Berlin-Wien 1903), S. 377-408.

Oscar Hertwig: Über die Ursache der Krebsgeschwülste. Bemerkungen zu der Mitteilung des Herrn Dr. Feinberg. - Soll 1903 erschienen sein, doch nicht feststellbar, in welcher Zeitschrift.

Oscar Hertwig: Das Leben der Zellen im Zellenstaat, verglichen mit Vorgängen im Organismus der menschlichen Gesellschaft. In: Dtsch. Revue 28, 2 (1903), S. 198-210.

Oscar Hertwig: Carl Gegenbaur†. In: Dtsch. med. Wschr. 29 (1903), S. 525-526.

Oscar Hertwig: Ueber die Aufgaben anatomisch-biologischer Institute in Unterricht und Forschung. Rede bei Antritt des Rektorats gehalten in der Aula der Königlichen Friedrich-Wilhelms-Universität zu Berlin am 15. Oktober 1904. Berlin 1904.

Oscar Hertwig: Weitere Versuche über den Einfluß der Zentrifugalkraft auf die Entwicklung tierischer Eier. In: Arch. mikroskop. Anat. 63 (1904), S. 643-657.

Oscar Hertwig: Der Mensch ein Zellenstaat und die Gesetze des Zellenlebens. In: Bl. Volksges.pfl. 4 (1904), S. 1-5, 17-22.

Oscar Hertwig: Ueber eine Methode, Froscheier am Beginn ihrer Entwicklung im Raume so zu orientieren, daß sich die Richtung ihrer Teilebenen und ihr Kopf- und Schwanzende bestimmen läßt. In: Denkschr. med.-naturwiss. Ges. Jena 11 (1904), S. 17-30.

Oscar Hertwig: Über Beziehungen des thierischen Eies zu dem aus ihm sich entwickelnden Embryo. In: Sitz.-Ber. Preuß. Akad. Wiss. Berlin 1904, S. 647-652.

Oscar Hertwig: Ergebnisse und Probleme der Zeugungs- und Vererbungslehre. Vortrag gehalten auf dem internationalen Kongreß für Kunst und Wissenschaft in St. Louis September 1904. Jena 1905.

Oscar Hertwig: Das Bildungsbedürfnis und seine Befriedigung durch deutsche Universitäten. Rede zur Gedächtnisfeier des Stifters der Berliner Universität König Friedrich Wilhelm III, in der Aula derselben am 3. August 1905 gehalten. Berlin 1905.

Oscar Hertwig: Kritische Betrachtungen über neuere Erklärungsversuche auf dem Gebiete der Befruchtungslehre. In: Sitz.-Ber. Preuß. Akad. Wiss. Berlin 1905, S. 370-379.

Oscar Hertwig: Allgemeine Biologie. 2. Aufl. des Lehrbuchs "Die Zelle und die Gewebe". Jena 1906; ³1909; ⁴1912; ⁵1920 (mit Günther Hertwig); ^{6/7}1923 (von Günther Hertwig). -

Russische Übersetzung u.d.T.: Kletka i tkani. Osnovy obscej anatomii i fiziologii. Professora doktora Oskara Gertviga, direktora Anatomo-biologiceskogo instituta Berlinskogo universiteta. Ispraleno i dopolneno po 3-mu nemeckomu izdaniju: Allgemeine Biologie ... A.V. Nemilovym, chranitelem Anatomogistologiceskogo kabineta S-Petersburgskogo universiteta. Pod neposredstvennoj redakciej A.S. Dogelja, professora S-Petersburgskogo universiteta i Zenskogo medicinskogo instituta. 3-e russkoe izdanie, znacitel'no dopolnennoe. T.I: Obscaja anatomija i fiziologija kletki. St. Petersburg 1911.

Oscar Hertwig: Einleitung und allgemeine Litteraturübersicht. (Die Entwicklungslehre im 16. bis 18. Jahrhundert. Die Entwicklungslehre im 19. Jahrhundert). In: Handbuch d. vergl. u. exper. Entwicklungslehre der Wirbeltiere, hrsg. von Oscar Hertwig, Bd. 1, Tl. 1, Hälfte 1 (Jena 1906), S. 1-85.

Oscar Hertwig: Die Lehre von den Keimblättern. In: Handbuch d. vergl. u. exper. Entwicklungslehre der Wirbeltiere Bd. 1, Tl. 1, Hälfte 1 (1906), S. 699-966.

Oscar Hertwig: Mißbildungen und Mehrfachbildungen, die durch Störung der ersten Entwicklungsprozesse hervorgerufen werden. In: Handbuch d. vergl. u. exper. Entwicklungslehre der Wirbeltiere Bd. 1, Tl. 1, Hälfte 1 (1906), S. 967-1018.

Oscar Hertwig: Ueber die Stellung der vergleichenden Entwicklungslehre zur vergleichenden Anatomie, zur Systematik und Deszendenztheorie. (Das biogenetische Grundgesetz, Palingenese und Cenogenese.) In: Handbuch d. vergl. u. exper. Entwicklungslehre der Wirbeltiere Bd. 3, Tl. 3 (1906), S. 149-183.

Oscar Hertwig und Heinrich Poll: Zur Biologie der Mäusetumoren. Experimentelle Untersuchungen. In: Abh. Preuß. Akad. Wiss. Berlin 1907, phys.-math. Kl., Abh. I, S. 1-75.

Oscar Hertwig: Adresse zur Zweihundertjahrfeier des Geburtstages von Karl von Linné am 23.-25. Mai 1907. In: Sitz.-Ber. Preuß. Akad. Wiss. Berlin 1907, S. 504-505.

Oscar Hertwig: Das biogenetische Grundgesetz nach dem heutigen Stand der Biologie. In: Intern. Wschr. Kunst Techn. 1 (1907), Sp. 63-70, 91-98.

Oscar Hertwig: Die Entwicklung der Biologie im 19. Jahrhundert. 2. erweit. Aufl. mit einem Zusatz über den gegenwärtigen Stand des Darwinismus. Jena 1908.

Oscar Hertwig: Der Kampf um Kernfragen der Entwicklungs- und Vererbungslehre. Jena 1909.

Oscar Hertwig und Wilhelm Waldeyer: Theodor Schwann zum Gedächtnis. In: Arch. mikroskop. Anat. 74 (1909), S. 469-473.

Oscar Hertwig: Zur Erinnerung an Charles Darwin. In: Intern. Wschr. Wiss. Kunst Techn. 3 (1909), Sp. 193-204.

Oscar Hertwig: Karl Ernst von Baer. In: Intern. Wschr. Wiss. Kunst Techn. 3 (1909), Sp. 293-306, 329-334.

Oscar Hertwig: Das Experiment in der Entwicklungslehre. In: Intern. Wschr. Wiss. Kunst Techn. 3 (1909), Sp. 557-566, 573-590.

Oscar Hertwig: Darwins Einfluß auf die deutsche Biologie. In: Intern. Wschr. Wiss. Kunst Techn. 3 (1909), Sp. 953-958.

Oscar Hertwig: Adresse zur Darwin-Feier der Universität Cambridge vom 22. bis 24. Juni 1909. In: Sitz.-Ber. Preuß. Akad. Wiss. Berlin 1909, S. 836-837.

Oscar Hertwig: Das anatomisch-biologische Institut. In: Max Lenz: Geschichte der Kgl. Friedrich-Wilhelm-Universität zu Berlin, Bd. 3, Halle/S. 1910, S. 141-154.

Oscar Hertwig: Die Radiumstrahlung in ihrer Wirkung auf die Entwicklung tierischer Eier. In: Sitz.-Ber. Preuß. Akad. Wiss. Berlin 1910, S. 221-233.

Oscar Hertwig: Neue Untersuchungen über die Wirkung der Radiumstrahlung auf die Entwicklung tierischer Eier. In: Sitz.-Ber. Preuß. Akad. Wiss. Berlin 1910, S. 751-771.

Oscar Hertwig: Die Radiumkrankheit tierischer Keimzellen. Ein Beitrag zur experimentellen Zeugungs- und Vererbungslehre. In: Arch. mikroskop. Anat. 77, Abt. II (1911), S. 1-95, 97-164.

Oscar Hertwig: Das Radium als Hilfsmittel für entwicklungs-physiologische Experimente. In: Dtsch. med. Wschr. 37 (1911), S. 2209-2212.

Oscar Hertwig: Mesothoriumversuche an tierischen Keimzellen, ein experimenteller Beweis für die Idioplasmanatur der Kernsubstanzen. In: Sitz.-Ber. Preuß. Akad. Wiss. Berlin 1911, S. 844-873.

Oscar Hertwig: Die Wirkung der Radiumstrahlung auf die Entwicklung tierischer Eier. In: Umschau 15 (1911), S. 12-14.

Oscar Hertwig: Disharmonische Idioplasmaverbindungen mit ihren Folgen. In: Scientia 12 (1912), S. 364-383.

Oscar Hertwig: Methoden und Versuche zur Erforschung der Vita propria abgetrennter Gewebs- und Organstückchen von Wirbeltieren In: Arch. mikroskop. Anat. 79, S. 113-120.

Oscar Hertwig: Veränderung der idioplasmatischen Beschaffenheit der Samenfäden durch physikalische und durch chemische Eingriffe. In: Sitz.-Ber. Preuß. Akad. Wiss. Berlin 1912, S. 554-571.

Oscar Hertwig: Allgemeine und experimentelle Morphologie und Entwicklungslehre der Tiere. In: Die Kultur der Gegenwart, Tl. 3, Abt. 4, Bd. 2: Zellen- und Gewebelehre, Morphologie und Entwicklungsgeschichte unter Redaktion von E. Strasburger und O. Hertwig, II: Zool. Teil unter Redaktion von O. Hertwig (Leipzig 1913), S. 94-175.

Oscar Hertwig: Versuche an Tritoneiern über die Einwirkung bestrahlter Samenfäden auf die tierische Entwicklung. Zweiter Beitrag zur experimentellen Zeugungs- und Vererbungslehre. In: Arch. mikroskop. Anat. 82, Abt. II (1913), S. 1-63.

Oscar Hertwig: Radiumeinwirkung auf das lebende Gewebe und embryonale Entwicklungsprozesse. In: Handbuch der Radium-Biologie und -therapie, hrsg. von Paul Lazarus (Wiesbaden 1913), S. 163-184.

Oscar Hertwig: Naturwissenschaften und Biologie. Ein Wort zur Einführung. In: Naturwiss. 1 (1913), S. 2-3.

Oscar Hertwig: Zur Radium-Biologie. Dem XVII. internationalen Kongreß der Medizin (London 1913) erstatteter Bericht über "Die Wirkung der radioaktiven Körper und der Strahlungen auf normale und pathologische Gewebe". In: Naturwiss. 1 (1913), S. 873-878.

Oscar Hertwig: Keimesschädigung durch chemische Eingriffe. 5. Mitt. In: Sitz.-Ber. Preuß. Akad. Wiss. Berlin 1913, S. 564-582.

Oscar Hertwig: Die Verwendung radioaktiver Substanzen zur Zerstörung lebender Gewebe. In: Sitz.-Ber. Preuß. Akad. Wiss. Berlin 1914, S. 894-904.

Oscar Hertwig: Das Werden der Organismen. Eine Widerlegung von Darwin's Zufallstheorie. Jena 1916; ²1918; ³1922. - Spanische Übersetzung unter dem Titel: Genesis de los organismos. Tomo 1,2. Versión española de Fernando Lorente de Nô. Madrid 1929.

Oscar Hertwig: Das genealogische Netzwerk und seine Bedeutung für die Frage der monophyletischen Abstammungshypothese. In: Arch. mikroskop. Anat. 89, Abt. II (1917), S. 227-242.

Oscar Hertwig: Adresse an Hrn. Otto Bütschli zum fünfzigjährigen Doktorjubiläum am 5. Dezember 1917. In: Sitz.-Ber. Preuß. Akad. Wiss. Berlin 1917, S. 735-736.

Oscar Hertwig: Zur Abwehr des ethischen, des sozialen, des politischen Darwinismus. Jena 1918; ²1921. - Schwedische Übersetzung unter dem Titel: Mot den etiska, sociala och politiska darwinismen. Med företal av Seved Ribbing. Till svenska av Robert Larsson. Lund 1918.

Oscar Hertwig: Dokumente zur Geschichte der Zeugungslehre. Eine historische Studie als Abschluß eigener Forschung. In: Arch. mikroskop. Anat. 90, Abt. II (1918), S. 1-168.

Oscar Hertwig: Zur Erinnerung an Ernst Haeckel. In: Dtsch. med. Wschr. 45 (1919), S. 1031.

Oscar Hertwig: Der Staat als Organismus. Gedanken zur Entwicklung der Menschheit. Jena 1922.

Oscar Hertwig: Der jetzige Stand der Lehre von den Chromosomen. In: Dtsch. med. Wschr. 48 (1922), S. 9-10.

Oscar Hertwig: Die Erblchkeitslehre, ihre Geschichte und Bedeutung für die Gegenwart. In: Dtsch. med. Wschr. 48 (1922), S. 1239-1240.

Danksagung

Herrn Prof. Dr. med. G. Mann möchte ich herzlich danken für die Überlassung des Themas sowie für seine Hilfsbereitschaft und Geduld, jederzeit bereit, auf all meine Fragen und Probleme einzugehen.

Ebenso danke ich Herrn Prof. Dr. phil. W.F. Kümmel für die freundlicherweise übernommene Aufgabe des Korreferenten.

Auch möchte ich all denen danken, die mich bei meiner Arbeit hilfreich unterstützt haben, im besonderen Herrn Prof. Reiter.

Lebenslauf

Am 27.12.1958 wurde ich als Tochter der Eheleute Thomas und Gertrud Wewerka in Wiesbaden-Sonnenberg geboren.

Von 1965 bis 1968 besuchte ich die Grundschule, ab 1968 das Gymnasium am Mosbacher Berg (neusprachlicher Zweig). Dort legte ich im März 1977 das Abitur ab.

Zum Wintersemester 1977/78 habe ich das Medizinstudium in Mainz aufgenommen. Am 13.9.1979 bestand ich die Ärztliche Vorprüfung, am 15.9.1980 den ersten Abschnitt der Ärztlichen Prüfung und am 3.9.1982 den zweiten Abschnitt der Ärztlichen Prüfung.

Von September 1982 bis Oktober 1983 widmete ich mich meiner Promotionsarbeit am Medizinhistorischen Institut Mainz.

Anschließend absolvierte ich das Praktische Jahr am Klinikum der Johannes Gutenberg-Universität und legte am 5.10. und 23.10.1984 den Dritten Abschnitt der Ärztlichen Prüfung in Mainz ab.

Seit dem 1.1.1985 arbeite ich als Assistenzärztin in der II. Medizinischen Klinik und Poliklinik des Universitätsklinikums Mainz.

